OSTWALD'S KLASSIKER
DER EXAKTEN WISSENSCHAFTEN.
Nr. 115.

Versuch
über die
HYGROMETRIE.

I. Heft.

I. Versuch. Beschreibung eines neuen vergleichbaren Hygrometers.

II. Versuch. Theorie der Hygrometrie.

Von

HORACE BÉNÉDICTE DE SAUSSURE
Professorn der Philosophie zu Genf.

WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG.

OSTWALD'S KLASSIKER

DER

EXAKTEN WISSENSCHAFTEN

Es sind bis

Ph

Nr. 1. **H. Helmholtz,**
» 2. **C. F. Gauss,** Al
hältnisse des Q
Abstossungskrä
» 7. **F. W. Bessel,**
von H. Bruns
» 10. **F. Neumann,**
(1845.) Heraus
» 11. **Galileo Galil**
zwei neue Wi
m. 26 Fig. in
v. Oettinge
» 12. **Kant's** Allge
Versuch von
ganzen Weltg
(1755.) Herau
» 13. **Coulomb,** 4 Al
Übers. u. her
» 20. **Chr. Huyghe**
E. Lommel.
» 21. **W. Hittorf,**
lyse. (1853—1
(87 S.) ℳ 1.6
» 23. —— —— II.
ℳ 1.50.
» 24. **Galileo Galil**
2 neue Wissenszweige etc. (1638.) 3. u. 4. Tag. mit 90 Fig. im Text. Aus dem Italien. u. Latein. übers. u. herausg. von A. von Oettingen. (141 S.) ℳ 2.—.
» 25. —— —— Anhang zum 3. u. 4. Tag, 5. u. 6. Tag, mit 23 Fig. im Text. Aus dem Italien. u. Latein. übers. u. herausg. von A. von Oettingen. (66 S.) ℳ 1.20.
» 31. **Lambert's** Photometrie. (Photometria sive de mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae). (1760.) Deutsch herausg. v. E. Anding. Erstes He 5 Fig. im Text. (135 S.) ℳ 2.—.
» 32. —— —— Zweit d V. Mit 32 Figuren im Text.
» 33. —— —— Dritt I. — Anmerkungen. Mit 8 F 50.

Nr. 36. **F. Neumann**, Über ein allgemein. Princip der mathemat. Theorie inducirter elektr. Ströme. (1847.) Herausg. von C. Neumann. Mit 10 Fig. im Text. (96 S.) ℳ 1.50.

» 37. **S. Carnot**, Betrachtungen üb. d. bewegende Kraft d. Feuers und die zur Entwickelung dieser Kraft geeigneten Maschinen. (1824.) Übersetzt und herausgegeben von W. Ostwald. Mit 5 Figuren im Text. (72 S.) ℳ 1.20.

» 40. **A. L. Lavoisier** u. **P. S. de Laplace**, Zwei Abhandlungen über die Wärme. (Aus den Jahren 1780 u. 1784.) Herausg. v. J. Rosenthal. Mit 13 Figuren im Text. (74 S.) ℳ 1.20.

» 44. Das Ausdehnungsgesetz der Gase. Abhandlungen von **Gay-Lussac, Dalton, Dulong** u. **Petit, Rudberg, Magnus, Regnault**. (1802–1842.) Herausg. von W. Ostwald. Mit 33 Textfiguren. (213 S.) ℳ 3.—.

» 52. **Aloisius Galvani**, Abhandlung üb. d. Kräfte der Electricität bei der Muskelbewegung. (1791.) Herausgegeben von A. J. v. Oettingen. Mit 21 Fig. auf 4 Taf. (76 S.) ℳ 1.40.

» 53. **C. F. Gauss**, Die Intensität der erdmagnetischen Kraft auf absolutes Maass zurückgeführt. In der Sitzung der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen am 15. December 1832 vorgelesen. Herausgegeben von E. Dorn. (62 S.) ℳ 1.—.

» 54. **J. H. Lambert**, Anmerkungen und Zusätze zur Entwerfung der Land- und Himmelscharten. (1772.) Herausgegeben von A. Wangerin. Mit 21 Textfiguren. (96 S.) ℳ 1.60.

» 55. **Lagrange** u. **Gauss**, Abhandlungen über Kartenprojection. (1779 u. 1822.) Herausgeg. v. A. Wangerin. Mit 2 Textfig. (102 S.) ℳ 1.60.

» 56. **Ch. Blagden**, Die Gesetze der Überkaltung und Gefrierpunktserniedrigung. 2 Abhandlungen. (1788.) Herausgegeben von A. J. v. Oettingen. (49 S.) ℳ —.80.

» 57. **Fahrenheit, Réaumur, Celsius**, Abhandlungen über Thermometrie. (1724, 1730—1733, 1742.) Herausgegeben von A. J. v. Oettingen. Mit 17 Fig. im Text. (140 S.) ℳ 2.40.

» 59. **Otto von Guericke's** neue »Magdeburgische« Versuche über den leeren Raum. (1672.) Aus dem Lateinischen übersetzt und mit Anmerkungen herausgegeben von Friedrich Dannemann. Mit 15 Textfiguren. (116 S.) ℳ 2.—.

» 61. **G. Green**, Ein Versuch, die mathematische Analysis auf die Theorieen der Elektricität und des Magnetismus anzuwenden. (Veröffentlicht 1828 in Nottingham.) Herausgegeben von A. v. Oettingen und A. Wangerin. (140 S.) ℳ 1.80.

» 63. **Hans Christian Oersted** und **Thomas Johann Seebeck**, Zur Entdeckung des Elektromagnetismus. (1820—1821.) Herausgegeben von A. J. v. Oettingen. Mit 30 Textfiguren. (83 S.) ℳ 1.40.

» 69. **James Clerk Maxwell**, Über Faraday's Kraftlien. (1855 u. 1856.) Herausgegeben von L. Boltzmann. (130 S.) ℳ 2.—.

» 70. **Th. J. Seebeck**, Magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz. (1822—1823.) Herausgegeben von A. J. von Oettingen. Mit 33 Textfiguren. (120 S.) ℳ 2.—.

» 76. **F. E. Neumann**, Theorie der doppelten Strahlenbrechung, abgeleitet aus den Gleichungen der Mechanik. (1832.) Herausgegeben von A. Wangerin. (52 S.) ℳ —.80.

» 79. **H. Helmholtz**, 2 hydrodynamische Abhandlungen. I. Über Wirbelbewegungen. (1858.) — II. Über discontinuirliche Flüssigkeitsbewegungen. (1868.) Herausg. v. A. Wangerin. (80 S.) ℳ 1.20.

» 80. —— Theorie der Luftschwingungen in Röhren mit offenen Enden. (1859.) Herausgegeben von A. Wangerin. (132 S.) ℳ 2.—.

Nr. 81. **Michael Faraday,** Experimental-Untersuchungen über Elektricität. I. u. II. Reihe. (1832.) Mit 41 Figuren im Text. Herausgegeben von A. J. von Oettingen. (96 S.) ℳ 1.50.

» 86. —— —— III. bis V. Reihe. (1833.) Mit 15 Figuren im Text. Herausgegeben von A. J. von Oettingen. (104 S.) ℳ 1.60.

» 87. —— —— VI. bis VIII. Reihe. (1834.) Mit 48 Figuren im Text. Herausgegeben von A. J. von Oettingen. (180 S.) ℳ 2.60.

» 93. **Leonhard Euler,** Drei Abhandlungen üb. Kartenprojection. (1777.) Herausg. von A. Wangerin. Mit 9 Fig. im Text. (78 S.) ℳ 1.20.

» 96. **Sir Isaac Newton's** Optik oder Abhandlung über Spiegelungen, Brechungen, Beugungen und Farben des Lichts. (1704.) Übersetzt und herausgegeben von William Abendroth. I. Buch. Mit dem Bildniss von Sir Isaac Newton u. 46 Fig. im Text. (132 S.) ℳ 2.40.

» 97. —— —— II. u. III. Buch. Mit 12 Fig. im Text. (156 S.) ℳ 2.40.

» 99. **R. Clausius,** Über die bewegende Kraft der Wärme und die Gesetze, welche sich daraus für die Wärmelehre selbst ableiten lassen. (1850.) Herausgegeben von Max Planck. Mit 4 Figuren im Text. (55 S.) ℳ —.80.

» 100. **G. Kirchhoff,** Abhandlungen über Emission und Absorption: 1. Über die Fraunhofer'schen Linien. (1859.) — 2. Über den Zusammenhang zwischen Emission und Absorption von Licht und Wärme. (1859.) — 3. Über das Verhältniss zwischen dem Emissionsvermögen und dem Absorptionsvermögen der Körper für Licht und Wärme. (1860—1862.) Herausgegeben von Max Planck. Mit dem Bildniss von G. Kirchhoff u. 5 Textfig. (41 S.) ℳ 1.—.

» 101. —— —— Abhandlungen über mechanische Wärmetheorie: 1. Über einen Satz der mechanischen Wärmetheorie u. einige Anwendungen desselben. (1858.) — 2. Bemerkung über die Spannung des Wasserdampfes bei Temperaturen, die dem Eispunkte nahe sind. (1858.) — 3. Über die Spannung des Dampfes von Mischungen aus Wasser und Schwefelsäure. Herausgegeben von Max Planck (48 S.) ℳ —.75.

» 102. **James Clerk Maxwell,** Über physikalische Kraftlinien. Herausgegeben von L. Boltzmann. Mit 12 Textfig. (147 S.) ℳ 2.40.

» 106. **D'Alembert,** Abhandlung über Dynamik, in welcher die Gesetze des Gleichgewichtes und der Bewegung der Körper auf die kleinstmögliche Zahl zurückgeführt und in neuer Weise abgeleitet werden, und in der ein allgemeines Princip zur Auffindung der Bewegung mehrerer Körper, die in beliebiger Weise aufeinander wirken, gegeben wird (1743). Übersetzt und herausgegeben von Arthur Korn. Mit 4 Tafeln. (210 S.) ℳ 3.60.

» 109. **Riccardo Felici,** Über die mathematische Theorie der electrodynamischen Induction. Übersetzt v. B. Dessau. Herausg. von E. Wiedemann. (121 S.) ℳ 1.80.

» 114. **Alessandro Volta,** Briefe über thierische Elektricität. (1792.) Herausg. v. A. J. Oettingen. (162 S.) ℳ 2.50.

» 115. **Horace Bénédicte de Saussure,** Versuch über die Hygrometrie. I. Heft. (1783.) Mit einer Tafel und Vignette. Herausgegeben von A. J. von Oettingen. (168 S.) ℳ 2.60.

Versuch

über die

HYGROMETRIE.

I. Heft.

I. Versuch. Beschreibung eines neuen vergleichbaren Hygrometers.
II. Versuch. Theorie der Hygrometrie.

Von

HORACE BÉNÉDICTE DE SAUSSURE
Professorn der Philosophie zu Genf.

Neuchatel, 1783.

> Si quis huiusmodi rebus vt nimium exilibus et minutis vacare nolit, imperium in Naturam nec obtinere nec regere poterit. *Baco.*

Mit einer Tafel und Vignette

herausgegeben von **A. J. von Oettingen.**

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1900.

Printed in Germany

Vorrede.

[III] Man wird sich vielleicht wundern, dass ich, statt den zweyten Band meiner »Reisen durch die Alpen«, der bereits hätte erscheinen sollen, herauszugeben, einen Gegenstand von ganz anderer Art bearbeitet habe. Man wird mich aber hoffentlich entschuldigen, wenn man erfährt, warum ich das erste Werk aufzuschieben, und mich mit dem gegenwärtigen zu beschäfftigen, bin veranlasset worden.

Der zweyte Band dieser Reisen sollte mit Beschreibung der Berge um das Thal von Chamouni anfangen. Ueber diese hatte ich zwar öftere Beobachtungen angestellet; allein, so bald ich die Feder in die Hand nahm, so ward ich auch inne, dass ich sie keineswegs, wie ich wünschte, beschreiben könnte, wofern ich sie nicht noch ferner untersuchte. Ich begab mich in dieser Absicht [IV] im Julius 1780 wieder nach Chamouni, und kaum hatte ich meine Beobachtungen angefangen, als ich unvermuthet, recht auf dem Gipfel eines der allerhöchsten Berge, von einem heftigen Fieber befallen wurde, dessen wiederhohlte Anfälle mich nöthigten, nach Genf zurück zu kehren. Das Fieber vergieng zwar bald nach meiner Zurückkunft, ich behielt aber eine Schwäche, die mir nicht verstattete, irgend den ganzen übrigen Sommer daran zu denken, neue Excursionen in die hohen Alpen zu machen.

Indem ich mich also genöthiget sahe, diese Excursionen bis auf den folgenden Sommer zu verschieben, und diese Berge gleichwohl nicht beschreiben wollte, dafern ich sie nicht vorher aufs neue durchgegangen wäre, so suchte ich diesen Zwischenraum mir zu Nutze zu machen, und an meine Untersuchungen über die Hygrometer und über die Ausdünstung die letzte Hand zu legen.

Diese Untersuchungen hatte ich schon einige Jahre vorher

angefangen, gleichwohl aber nur unterbrochen daran gearbeitet, indem mich bald die Wichtigkeit des Gegenstandes, und die Hoffnung, neue Entdeckungen darin zu machen, dazu anreizten, bald aber die Schwierigkeit desselben davon abschreckten.

Insbesondere war ich mit Erfindung eines vergleichbaren Hygrometers beschäfftiget; ich hatte bereits unterschiedliche Körper und unterschiedliche Behandlungen vorgenommen, aber nirgends die gesuchte Absicht erreichet, als ich im J. [**V**] 1775. auf den Gedanken kam, das Haar zur Verfertigung dieses Werkzeuges anzuwenden. Ich gab mich damit den ganzen Winter 1776 ab, und hielt mich von dem guten Erfolge schon völlig überzeuget, als ich endlich einsah, dass die Haare, so wie ich mich ihrer bediente, nach Verlauf einiger Monathe verändert, und zu diesem Gebrauche durchaus ungeschickt wurden: ein Fehler, dem ich damals nicht abzuhelfen glaubte. Herr *Senebier* machte in einer Abhandlung, die er ins »Journal de Physique« einrücken lies, das Schreiben bekannt, worin ich ihm die Erfolge dieser Untersuchungen mittheilte. S. »Journal de Physique« von J. 1778. T. I. p. 435.

Von der Zeit an, bis zum Ende des Jahres 1780 war ich stäts mit meiner Arbeit über die Berge beschäfftiget, und hatte darüber die Hygometrie ganz bey Seite geleget. Da ich aber in dieser Arbeit vom neuen unterbrochen ward, so nahm ich die Haarhygrometer wieder zur Hand, und bemühete mich, sie vollkommen zu machen. Ich war damit den ganzen Winter und den Frühling 1781 beschäfftiget, war auch so glücklich, nicht nur die Ursache des Fehlers zu entdecken, weswegen ich mich nicht weiter damit abgegeben hatte, sondern auch ein Mittel dawider zu finden, und die Punkte der grössten Feuchtigkeit und Trockenheit, die ich schon 1776 gesuchet hatte, sehr genau zu bestimmen. Endlich gab ich diesen Werkzeugen eine bequeme und behandsame Einrichtung.

[**VI**] Ich lies anfänglich ihrer vier anfertigen, um sie mit einander zu vergleichen; und kaum waren sie zu Stande, als ich wieder abreisen musste, um meine geologischen Observationen auf den Alpen zu erledigen, die meiner vorjährigen Unpässlichkeit wegen waren unterbrochen worden. Ich beschloss also, diese Vergleichung auf der Reise anzustellen, nahm die Hygrometer alle viere mit, und machte mit denselben die Observationen, welche man im IVten Versuche erzählet findet. Ich hatte Ursache, mit den Werkzeugen zufrieden zu seyn: ihre Uebereinstimmung mit einander, ihre grosse Ge-

schwindigkeit, womit sie die Veränderung der Luft annahmen, ihre Bequemlichkeit, selbst ihre Einrichtung, wodurch sie manche auf der Reise unvermeidlichen Zufälle aushielten, lehrten mich, dass sie den Naturforschern wirklich nützlich seyn können.

Schon vor meiner Abreise hatte ich ihre Beschreibung zu Papiere gebracht, und glaubte selbige nach der Zurückkunft in wenig Tagen zu vollenden, sodann aber die Beschreibung der Berge, nach meinen letzten Observationen, einzig und allein vorzunehmen. Dieweil ich aber wünschte, aus den auf den höchsten Bergen angestellten Beobachtungen einige allgemeine Folgen zu ziehen, so musste ich durchaus ein Mittel ausfindig machen, die Observationen nach den unterschiedlichen Graden der Wärme unter einander zu vergleichen. Dieses veranlassete mich, die [VII] Correctionstabellen im IIten Versuche auszuarbeiten. Ich dachte nicht, dass mir diese Arbeit so viel Zeit kosten würde, aber es gieng mir, wie es den Naturforschern oftmals geht, ein Versuch zieht den andern nach sich; es entstehen Zweifel, man will sie heben, und so werden wiederum andere Versuche nothwendig. Oftmals eröffnet uns eine neue Kenntniss in andere noch wichtigere eine so schöne Aussicht, dass wir unmöglich umhin können, sie ebenfalls zu untersuchen. Als ich z. B. mit den Correctionstabellen fertig war, wünschte ich, die Quantität des in der Luft aufgelösten Wassers einzusehen, und diese Quantität für alle Grade des Hygrometers nnd des Thermometers zu bestimmen. Und so bin ich von Betrachtung zu Betrachtung, von Versuch zu Versuch, nachdem dieses die sämmtliche übrige Zeit des Jahres meine Beschäfftigung gewesen, endlich dahin gekommen, dass ich nunmehr von diesem ganzen Zweige der Naturlehre eine beynahe vollständige, und ich möchte wohl sagen, neue Theorie liefern kann.

Ob man sich nun gleich mit den Hygrometern viel beschäfftiget hat, so hat man doch an die Hygrometrie, oder an die Kunst, die absolute Quantität des in der Luft schwebenden Wassers zu messen, beynahe gar nicht gedacht. Der berühmte Herr *Lambert*, der dieser Wissenschaft zuerst einen Namen verschaffet hat, ist meines Bedünkens der einzige, der hierin etwas gethan [VIII] hat; und doch scheint dieser grosse Messkünstler, da er diesen Gegenstand nach seiner Lieblingsidee betrachtete, sich mehr damit abgegeben zu haben, den Gang des Darmsaiten Hygro-

meters und die Stufen der Ausdünstung beym Wasser geometrisch vorzuzeichnen, als die Hygrometrie im eigentlichen Verstande zu behandeln. Der hohe Grad von Vollkommenheit, wohin man ganz neuerlich die Chemie gebracht, und ihre leichte Anwendung auf unterschiedliche Theile der Naturlehre dargeleget hat, verbreiten hiernächst über die Theorie der Hygrometrie vieles Licht, davon dieser grosse Mann keinen Gebrauch machen konnte, durch deren Hülfe er aber diesen Gegenstand gewiss viel tiefsinniger und genauer würde abgehandelt haben.

Ich kann daher wohl behaupten, dass sowohl die Theorie der Hygrometrie im Iten Versuche, als auch die meisten Versuche, worauf sie sich gründet, durchaus neu sind. Dabey aber ist sie gleichwohl noch sehr unvollkommen, und ich gestehe es sehr gern, dass sie, wie es der Titel angiebt, weiter nichts, als ein Versuch, oder ein anfänglicher Entwurf ist.

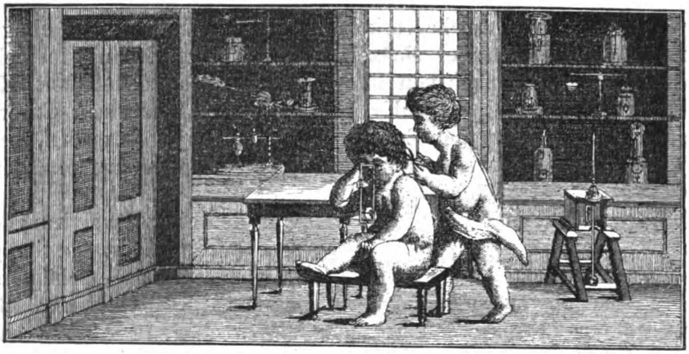
Was die Ausdünstung anlangt, deren Theorie der IIte Versuch enthält, so sind die Grundsätze dazu nicht eben neu: die Verwandlung des Wassers in elastischen Dunst ist, so zu reden, zu aller Zeit bekannt gewesen: eben so die Auflösung des Wassers in der Luft, die Herr [IX] *le Roi* gezeiget; die Dunstbläsgen, woraus Nebel und Wolken bestehen, hatte sich schon *Halley* vorgestellet, und *Kratzenstein* sichtlich dargeleget. Aber kein Naturforscher, so viel ich weis, hatte die mancherley Abänderungen der Dünste genau unterschieden. Die systematischen Schriftsteller bestrebten sich insgesammt, alle und jede Dünste auf eine einzige und eben dieselbige Art zu bringen, da sie doch wirklich unter ganz verschiedenen Gestalten angetroffen werden. Eben so wenig hatte man bemerket, dass sich das Wasser nicht anders in der Luft auflöset, als nur in so fern es sich in eine elastische Flüssigkeit verwandelt: eine Sache, die ich durch die schärfsten Versuche erwiesen habe; woraus man zu gleicher Zeit ersieht, bis wie weit die Dünste, wenn sie in der Luft aufgelöset werden, die specifische Schwere derselben vermindern. Endlich so sind auch die Gesetze, nach welchen die Feuchtigkeit der Luft in dem Maasse, wie sie dünner oder dichter ist, abwechselt, ein ganz neuer Gegenstand, worüber man nur schwankende, oder gar falsche Begriffe hatte, und die ich im II. und III. Versuche auf eine hinlängliche Weise glaube aus einander gesetzt zu haben.

Die Anwendung dieser Grundsätze auf die Meteorologie,

welche im IV. Versuche vorkommt, bringt uns sicher auf einige neue Wahrheiten, aber sie zeiget uns auch zugleich, wie weit die Wissenschaft noch von ihrer möglichen Vollkommenheit [X] entfernet ist, und die zahlreichen noch rückständigen Untersuchungen, welche am Ende des Werkes angegeben sind, beweisen sattsam, wie wenig ich mir schmeicheln darf, meinen Gegenstand erschöpfet zu haben.

Ich würde mit Vergnügen weiter in denselben eingedrungen seyn; aber das ganze Leben eines Naturforschers, so thätig er auch immer ist, würde nicht zureichen, ihn zu erschöpfen. Was mir nunmehr noch an Zeit und Kräften übrig ist, werde ich dazu anwenden, mein Versprechen, in Absicht auf die Beschreibung unsrer Berge und auf die Theorie von ihrer Entstehung, aufs Beste zu erfüllen.

Genf, den 26. Decbr. 1782.



Erster Versuch.

Beschreibung eines neuen bequemen Hygrometers.

Erstes Hauptstück.

Einrichtung des Hygrometers.

§ 1.

Ausdehnung des Haares durch die Feuchtigkeit.

[1] Das Haar verlängert sich, wenn es feuchte wird, und zieht sich zusammen oder wird kürzer, wenn es austrocknet. Der Unterschied zwischen der grössten Verlängerung durch die Feuchtigkeit, und zwischen der grössten Verkürzung beym Austrocknen, beträgt an einem gehörig ausgelaugten, und mit einem Gewicht von drey Granen. beschwerten Haare, 24 bis 25tausend Theil seiner ganzen Länge. Dieses machet viertehalb Linien, oder drey zwey Drittel Linien auf einen Fuss. Das rohe Haar hat nur den vierten oder fünften Theil so viel Veränderung; in beyden Fällen aber ist sie zu klein, als dass man sich ihrer unmittelbar zur Observation bedienen sollte, wenn man nicht eine Menge Haare mit den Enden an einander

knüpfet, um die Länge von einigen Fussen zu bekommen. Und bey solchem Verfahren ereignen [2] sich verschiedene Schwierigkeiten, zu geschweigen, dass das Instrument unbehandsam und unbequem ausfällt. Ich bin daher auf Mittel bedacht gewesen, diese Veränderung merklich, ohne das Werkzeug gross und beschwerlich, zu machen.

§ 2.

Mittel diese Ausdehnung merklich zu machen; Beschreibung des Hygrometers mit der Welle.

Das Beste von allen ist, wenn man das Haar mit dem einen Ende an einen festen Punct anhängt, mit dem andern aber um die Fläche eines dünnen Cylinders, oder einer Welle zieht, an welcher vorn eine Nadel oder ein Zeiger angebracht ist, der auf einer Scheibe alle Bewegungen der Achse angiebt. Das Haar wird durch ein Gegengewicht von 3 bis 4 Gran angezogen, welches an einem überaus feinen Seidenfaden hängt, der nach entgegengesetzter Richtung um die nämliche Welle gewunden ist.

Die erste Figur der ersten Tafel stellet ein nach dieser Art eingerichtetes Hygrometer vor. Das untere Ende des Haares *ab* wird von dem Maule des Schraubenklobens *b* gehalten. Dieser bey *B* besonders vorgestellte Kloben endiget sich in einer Schraube, deren Mutter, in dem Stücke, worin sie sitzt *c*, ohne Ende herum geht, und dazu dienet, den Kloben *B* höher oder niedriger zu stellen.

Das andere Ende *a* des Haares wird von dem untern Maule des doppelten beweglichen Klobens *a* gehalten, den man bey *A* besonders erblicket. In diesem Kloben stecket unten das Haar, oben aber ein äusserst dünnes und sorgfältig gereinigtes Silberblättgen, welches um die Welle *d*, oder um den bey *DF* allein gezeichneten Cylinder herum geht.

[3] Diese Welle, an der die Nadel oder Zeiger *ee* sitzt, und die man bey *E* allein sieht, ist wie eine Schraube eingeschnitten, deren Gänge unten platt und viereckigt gearbeitet sind, damit sich das Silberblättgen, welches solchergestalt durch den Kloben *a* mit dem Haare zusammen hängt, bequem hinein legen könne. Ich habe hier ein Silberblättgen anbringen müssen, weil das Haar, wenn es unmittelbar um die Welle gewunden wäre, sich reiben, und eine Rauhigkeit annehmen

möchte, die dem Gegengewichte zu sehr widerstehen würde; da hergegen ein sehr feines, wohl gereinigtes Silberblättgen, jederzeit einerley Glätte behält. Auch war es nöthig, die Welle nach Schraubenart zu schneiden, damit dieses Blättgen sich nicht über einander um die Spindel wickelte, und die Dicke derselben vermehrte, auch eine gar zu schiefe oder veränderliche Lage bekäme. Das Blättgen wird an die Welle durch einen kleinen Stift *F* befestiget.

Das andre Ende der Welle *D* hat die Gestalt einer Rolle mit flachem Einschnitte, worin ein feiner weicher Seidenfaden geht, an dem das Gegengewicht *g* in der grossen Figur, und *G* in der besonderen, hängt. Dieses Gegengewicht, wodurch das Haar ausgestrecket erhalten wird, wirket nach einer Richtung, die derjenigen, wornach das Haar nebst dem beweglichen Kloben streben, ganz entgegengesetzet ist. Soll daher das Haar durch ein Gewicht von vier Gran gezogen werden, so muss das Gegengewicht vier Gran schwerer als der Kloben seyn.

Eben dieselbige Welle geht von einer Seite durch den Mittelpunct der Scheibe, und beweget sich in einem sehr kleinen Loche, an einem runden gut polirten Zapfen. An der andern Seite hat die Welle [4] eben dergleichen Zapfen, der in einem Loche am Arme des doppelten Winkelhakens *hi*, *HI* geht, welcher hinten an der Schraube *I* befestiget ist.

Die Scheibe *keek*, in drey hundert sechzig Grade getheilet, wird durch zween Lappen *l*, *l* gehalten, die an zwo Röhren angelöthet sind, und diese greifen um die runden Säulen *mm*, *mm*. Die Anziehungsschrauben *n*, *n* gehen durch die Röhren, und dienen die Schraube mit ihrer Welle auf einer beliebigen Höhe fest zu machen.

Die beyden Säulen, welche die Scheibe halten, sind mit des Hygrometers Fuss genau verbunden, und dieses Gestelle wird von vier Schrauben *o*, *o*, *o*, *o*, gehalten, mittelst deren man etwas unterlegen und dem Instrumente eine lothrechte Lage geben kann.

An der viereckigten Säule *pp*, welche auf dem hintern Querriegel des Hygrometerfusses steht, ist eine Büchse *q* angebracht, die eine Hülse *r* hat, die inwendig gerade so weit, als das runde Gegengewicht *g* dick ist. Will man das Hygrometer von einem Orte zum andern bringen, und man fürchtet, dass die Schwankung des Gegengewichts Unordnung machen möchte, so schiebt man die Büchse *q*, nebst ihrer Hülse *r*, in

die Höhe, damit das Gegengewicht in ihre Leere zu stehen komme. Man befestiget es hier mittelst der Stellschraube *s*, und auch die Büchse durch die andere Schraube *t*. Will man das Hygrometer zum Versuche gebrauchen, so machet man das Gegengewicht frey, und lässt die Büchse herunter, wie es sich in der Figur zeiget.

Endlich so sieht man oben am Instrumente ein Stück Metall krumm gearbeitet *x*, *y*, *z*, welches die drey beschriebenen Säulen zusammen hält. Das Metall hat bey *y* eine viereckigte Oeffnung, um das Hygrometer an einen Haken aufhängen zu können.

[5] § 3.

Wie weit die Veränderungen des Hygrometers mit der Welle gehen.

Die Veränderungen dieses Hygrometers sind, wenn sonst alles gleich ist, um so viel grösser, je dünner die Welle ist, um welche das Silberblättgen gewunden liegt, und je länger das Haar, nach der Höhe des Instruments, seyn kann. Ich habe welche von vierzehn Fuss hoch, es ist aber ein Fuss schon genug, und diese Höhe hat auch dasjenige, wornach die erste Figur eingerichtet ist. Die Welle an demselben hat am Grunde der Einschnitte, worin das Blättgen liegt, drey Viertel Linie im Durchmesser. Die Veränderungen desselben, wenn ein gut zubereitetes Haar daran ist, betragen über einen ganzen Kreis: denn die Nadel beschreibt, von der äussersten Trockenheit bis zur äussersten Feuchtigkeit, ungefähr vier hundert Grade.

Es hat aber dies Hygrometer die Unbequemlichkeit an sich, dass es nicht genau wiederum auf eben denselben Punct zu stehen kommt, wenn man es etwas stark beweget, oder von einem Orte zum andern hinschaffet. Denn das Gewicht von drey Granen, welches das Silberblättgen straff hält, kann solches doch nicht so stark biegen, dass es sich jedesmal völlig dicht an die Welle umher anlegte. Und gegentheils lässt sich das Gewicht nicht, ohne noch grössre Unbequemlichkeit, vermehren.

Dieses Werkzeug ist daher von vortrefflichem Nutzen, wenn es auf einem Observatorio still stehen kann; es lässt sich auch zu unterschiedlichen hygrometrischen Versuchen anwenden. Denn es lassen sich dabey, statt des Haares alle Körper, die

man [6] prüfen will, anbringen, wenn man sie darinnen durch mehr oder weniger Gegengewicht, ihrer Beschaffenheit nach, anspannet*). Aber zum Fortschaffen ist es nicht, auch nicht einmal zu Versuchen, wo es etwas starke Stösse aushalten muss.

§ 4.

Beschreibung eines behandsamen Hygrometers.

Um es aber unter solchen Umständen dennoch gebrauchen zu können, habe ich ein anderes, mehr behandsames und bequemes, verfertigen lassen, welches zwar nicht so grosse Veränderungen, aber destomehr Festigkeit hat, und nicht so leicht durch Erschütterung, und beym Fortschaffen in Unordnung kömmt.

Die II. Figur der ersten Tafel zeiget dieses Hygrometer, dem ich den Namen behandsames Hygrometer gegeben habe, um es von dem vorhergehenden, sogenannten grossen Hygrometer mit der Welle, zu unterscheiden.[1])

[7] Das wesentliche Stück desselben ist die Nadel, oder der Zeiger, *abce*; den horizontalen Durchschnitt von ihr und von dem Arme, woran sie sitzt, sieht man in der besonderen Figur *GBDEF*.

Diese Nadel hat in ihrem Mittelpuncte *D* eine überall durchlöcherte, und an beyden Enden offene Röhre, die Achse darin, um welche sich die Nadel drehet, ist in der Mitten dünner, als an den Enden, damit die Röhre umher sie nur an den Enden berühre, und reibe.

Das Stück der Nadel *deDE* dienet zum Zeiger und bezeichnet auf der Scheibe die Grade der Feuchtigkeit und der Trockenheit. Das entgegen stehende Stück *dbDB* ist be-

---

*) Herr *Delüc*, dem ich vor vielen Jahren diese Hygrometer zeigte, hat eben dergleichen Mechanismus bey den feinsten Streifen von Wallfischbarten angebracht, woraus er gute Hygrometer zu machen glaubte. Die einzige wichtige Veränderung, die er dabey vorgenommen, besteht darinnen, dass er statt des Gewichts eine Feder angebracht hat, um seinen Streifen gespannt zu halten. Ich hatte ebenfalls diesen Gedanken, und auch bereits mancherley Versuche darüber angestellet; es waren aber die schwächsten Fäden für das Haar annoch viel zu stark. Und überdies besorgte ich, dass die Kälte und Wärme, selbst die Zeit, nothwendig Veränderungen in der Stärke der Federn hervorbringen möchten.

stimmt, das Haar und das Gegengewicht daran fest zu machen. Es endiget sich in ein Zirkelstück etwa einer Linie dick, und ist an der Stirne mit doppeltem verticalem Einschnitte versehen, der ihm das Ansehen einer Rolle mit doppelter Zarge giebt. Diese zwo Zargen, als Theile eines Zirkels von zwei Linien im Halbmesser, der mit der Nadel *d* einerley Mittelpunct hat, dienen dazu, dass in einer das Haar, und in der andern der Seidenfaden, woran das Gegengewicht hängt, bequem gehen können. An dieser Nadel sitzen senkrecht über und unter ihrem Mittelpuncte zwey kleine Kloben mit Schrauben, gerade gegen über den beyden Zargen; am obern *a* gegen der hintern Zarge über, ist der Seidenfaden, woran das Gegengewicht *z* hängt, eingeklemmt, und am untern *c* gegen über der vördern, das eine Ende des Haares. Jegliche dieser Zargen erweitert sich an den Seiten, wie man im Durchschnitte bey *B* erblickt, und ist am Grunde flach, damit das Haar und der Faden sich völlig frey darin bewegen können. Die Achse der Nadel geht durch [8] den Arm *gfGF*, und wird darin durch die Ziehschraube *fF* befestiget. Alle Theile der Nadel müssen um den Mittelpunct im völligen Gleichgewichte seyn, damit sie, wenn das Gegengewicht weggenommen wird, in jeglicher gegebenen Stellung stehen bleibt.

Man begreift solchergestalt, wenn das Haar mit einem Ende am Kloben *c*, mit dem andern am Kloben *y*, oben am Instrumente fest sitzt, und über eine der Zargen an der Rolle *b* läuft, während das Gegengewicht mit seinem Faden bey *a* angemachet ist, und über die andere Zarge weggeht: dass alsdenn dieses Gegengewicht das Haar gespannet erhält, und bey jeglicher Lage der Nadel stäts nach einerley Richtung und mit einerley Kraft wirket. Wird daher das Haar durch die Trockenheit kürzer, so ziehet es stärker, als das Gegengewicht, und der Zeiger geht niederwärts; wird es im Gegentheil durch die Feuchtigkeit verlängert, so giebt es dem Gegengewichte nach, und der Zeiger geht in die Höhe. Dies Gegengewicht darf nicht mehr als drey Gran[2]) wiegen, und daher muss die Nadel leicht und sehr beweglich seyn, damit eine so geringe Kraft selbige regieren, und wieder auf ihren gehörigen Stand bringen könne, wenn sie davon abgewichen ist.

Die Scheibe *heh* ist ein Stück vom Zirkel, der mit der Nadel einerley Mittelpunct hat; sie ist, wie ich im §. 34. zeigen werde, entweder in seine Zirkelgrade, oder in Hunderttheile des Raumes, von der grössten Trockenheit bis zur grössten

Feuchtigkeit, eingetheilet. An den innern Rand der Scheibe ist in der Weite *hi*, eine Art von vorspringendem Richtbogen *ii*, aus einem bogenförmig gekrümmten Messingdrate angebracht, und bey den Puncten *ii* fest [9] gemachet. Er unterstützet und bewahret die Nadel, die dabey gänzlich frey spielen kann.

Der Schraubenkloben bey *y*, der das obere Ende des Haares hält, befindet sich an einem beweglichen Arme, der längst der Säule *KK* nach Belieben auf und nieder geht. Diese Säule ist überall rund, nur an dieser Stelle ist sie hinten, bis zur Hälfte ihrer Dicke, platt gearbeitet, damit die bewegliche, mit einer Feder versehene, Hülse, die den Arm trägt, nicht unterwärts gleite, und der Arm selbst sich nicht drehen könne. Man stellet diese Hülse, mittelst der Ziehschraube *x*, so hoch als man will.

Dieweil man aber bisweilen nöthig hat, sehr geringe und dabey sehr genaue Bewegungen vorzunehmen, um die Nadel nach aller Schärfe auf einen beliebigen Punct zu stellen, so lässt sich das bewegliche Stück *l*, welches den Kloben *y* mit dem Haare hält, durch die Stellschraube *m* richten.

Unten am Instrumente ist ein starker Kloben *nopq*, wodurch die Nadel und das Gegengewicht fest gemachet werden, wenn man das Hygrometer fortschaffen will. Dieser Kloben drehet sich um seine Achse *n*, die in eine Schraube ausgeht, und in den Riegel des Gestelles greift. Wird die Schraube angezogen, so bekömmt der Kloben eine feste Lage, wie man sie haben will. Ist die Bewegung der Nadel zu hemmen, so bringt man den Kloben in die Lage, wie es die punctirten Linien anzeigen. Der lange Schnabel *p* hält die Rolle *b* der Nadel, und der kurze *o* das Gegengewicht; mit der Schraube *q* werden die beyden Schnäbel auf einmal angezogen. Wenn man der Nadel eine Stellung giebt, muss man das Haar ganz schlaff lassen, damit es sich, wenn es während des Transports eintrocknet, frey zusammen [10] ziehen könne. Will man nachher das Werkzeug zum Versuche gebrauchen, so lässt man zuförderst die Schraube *n* nach, damit sich der zweyschnäbligte Kloben sehr gemach zurück legen könne, und giebt dabey Achtung, dass sich das Haar nicht ziehe. Dies zu vermeiden, hält man mit einer Hand die Nadel an ihrem Mittelpuncte, und mit der andern machet man die Rolle nebst dem Gegengewichte von dem Kloben los, welcher sie hielte. Der Haken *r* ist dazu, ein Thermometer anzuhängen; dies muss von Quecksilber, mit unbedeckter, sehr kleiner Kugel seyn,

damit es die Veränderungen der Luft schnell anzeige. Das Zubehör dazu ist von Metall, und es wird so aufgehangen, dass es keine Schwankungen machen, und das Haar nicht treffen kann.

Endlich ist noch unten am Querstücke des Gestelles eine Kerbe *s*, welche den Punct des Aufhängens anzeiget, um welchen das Instrument sich im Gleichgewichte befindet, und vertical hängt.

Das ganze Werkzeug muss von Messing seyn; die Achse der Nadel und die Röhre desselben reiben sich nicht so stark, wenn sie von Glockenguth, oder von einer harten Materie gearbeitet sind*).

[11] § 5.

Sein Veränderungsraum.

Der Veränderungsraum dieses Hygrometers ist kaum der vierte oder fünfte Theil von dem, welchen das Hygrometer mit der Welle hat. Man könnte ihn grösser machen, wenn man dem Segment der Rolle, woran das Haar geht, einen kleinern Durchmesser gäbe; allein alsdenn würde das Haar sich, beim Umgehen um die Rolle, reiben, und eine Rauhigkeit bekommen, wodurch es an den Grund der Zarge leicht anhängen könnte. Ich glaube daher nicht, dass man die Rolle kleiner, als von zwey Linien im Halbmesser machen müsse, es sey denn, dass man dabey entweder kein Silberblättgen, oder einen andern Mechanismus anbringen wollte. Aber alsdenn würde die Verfolgung des Hygrometers zu viel Schwierigkeiten haben, und für diejenigen, welche es gebrauchten, zu viel Aufmerksamkeit und Sorgfalt erfordern. Ich habe gesuchet, es zu einem Werkzeuge von allgemeinem Nutzen, von leichtem und bequemem Gebrauche zu machen. Zu Beobach-

*) Herr *Paul*, einer der berühmtesten Künstler unsers Orts, der nicht nur die feinsten Instrumente verfertiget, sondern auch die Ideen des Naturforschers, der sie angiebt, aufs geschickteste auszuführen weis, hat mir ein grosses Hygrometer mit der Welle, und unterschiedene kleinere, behandsame verfertiget, die alle nur mögliche Vollkommenheit, ihrer Einrichtung nach, besitzen. Der Preis der Hygrometer mit der Welle, ist drey Louisdor, die kleinern kosten, mit dem Futteral, zwey und vierzig französische Livres und noch funfzehn Franken (etwa 5 Rthlr.) darüber, wenn man ein Mercurial Thermometer mit silberner Scale daran verlangt.

tungen, wo eine äusserste Empfindlichkeit nöthig ist, kann man sich des Hygrometers mit der Welle bedienen.

Man könnte auch die Veränderungen dieses Werkzeuges dadurch vermehren, dass man es höher machte, weil sich alsdenn längere Haare anbringen liessen; aber es wäre alsdenn nicht so behandsam. Ueber dieses, wenn das Haar zu lang ist, wird es vom Winde, zumal bey Beobachtungen in freyer Luft, leichtlich beweget, und verursachet in der Nadel unangenehme Schwankungen. Es ist demnach gut, das Werkzeug nicht über einen Fuss hoch zu machen. Hat es diese Maasse, und man versieht es [12] mit einem gehörig ausgelaugten Haare, so sind seine Veränderungen, von der grössten Trockenheit bis zur grössten Feuchtigkeit, von achtzig, selbst von hundert Graden, die auf einen Zirkel von drey Zoll im Halbmesser, für Beobachtungen dieser Art, einen hinlänglichen Raum ausmachen. Ich habe sogar kleinere Hygrometer anfertigen lassen, die man bequem in der Tasche tragen, und zu Versuchen unter kleinen Recipienten gebrauchen kann; sie sind nur sieben Zolle hoch und zween breit und gleichwohl sind ihre Veränderungen noch sehr merklich.

Zweites Hauptstück.

Zubereitung des Haares.

§ 6.

Natürliche Fettigkeit des Haares.

Die Haare haben von Natur eine Art Fettigkeit, welche sie bis zu einem gewissen Puncte gegen die Wirkung der Feuchtigkeit schützet, oder wenigstens selbige sehr zurücke hält.

§ 7.

Man kann ihm selbige durch ätzendes Laugensalz benehmen.

Diese Fettigkeit ihnen zu benehmen, und sie für die Abwechselungen der Feuchtigkeit und Trockenheit empfindlicher zu machen, gebrauchte ich anfangs das ätzende Laugensalz. Ich

fand aber, dass sich die Portion davon schwerlich bestimmen liesse; denn ein [13] wenig zu viel, löset die Haare gänzlich auf, und etwas zu wenig machet sie nicht genugsam empfindlich. Hierzu kömmt noch, dass die Kraft dieses Salzes sehr verschieden ist, nachdem es mehr oder weniger zubereitet, oder vor der äusseren Luft mehr oder weniger sorgfältig ist bewahret worden; denn diese letzte verringert seine ätzende Kraft, indem sie Feuchtigkeit und fixe Luft hineinbringt.

§ 8.

Aber das Sodasalz ist besser.

Diese Quellen der Ungewissheit zu vermeiden, nahm ich zu dem gereinigten Sodasalze meine Zuflucht, welches unter dieser Gestalt stäts einerley Quantität Wasser und fixer Luft enthält; und ich habe nach vielen Versuchen gefunden, wenn man in eine Unze reines Wasser sechs Grane von diesem Salze auflöset, dass alsdenn die Lauge eine Stärke bekömmt, den Haaren, nach halbstündigem Sieden darinnen, alle mögliche Beweglichkeit zu verschaffen.

§ 9.

Wahl der Haare.

Haare, welche zu Hygrometern sollen gebraucht werden, müssen fein, weich, nicht gekräuselt seyn. Die Farbe ist gleichgültig; doch hat es mir überhaupt geschienen, als wenn die blonden mehr wie die schwarzen thäten. Ein wesentliches Stück dabey ist es, dass sie von einem lebendigen und gesunden Kopfe geschnitten sind, denn diejenigen, welche von selbst ausfallen, oder welche nach langen Krankheiten abgeschnitten werden, dergleichen gemeiniglich die Perückenmacher in den Hospitälern kaufen, haben einen [14] Fehler an sich, den ich im folgenden Hauptstücke angeben werde. Es ist unnöthig, dass die Haare über einen Fuss lang sind, und man nimmt sie auch selten von dieser Länge.

§ 10.

Umständliche Beschreibung des Verfahrens.

Es ist nicht gut, mehr Haare auf einmal in die Lauge zu thun, als die dem Raume nach die Dicke eines Federkiels

ausmachen. Damit sie bequem behandelt, und sie durch die Bewegung des Wassers nicht verworren, dennoch aber der Wirkung dieser Lauge gleichmässig ausgesetzet werden, so nehme ich einen Streifen feiner Leinewand, etwa funfzehn Linien breit, und ein wenig länger, als die Haare sind. In diese Leinewand nähe ich die Haare, wie in einen Sack, dass sie fein aus einander zu liegen kommen, und die Leinwand nur einmal um sie herumgeht*). So lege ich sie in einen Kolben mit langem Halse, der vierzig bis funfzig Unzen Wasser hält; ich nehme ihn deswegen mit langem Halse, damit durch das Aussieden nicht zu viel verdünste, und die Lauge nicht merklich verdicket werde. In diesen Kolben giesse ich dreyssig Unzen Wasser und lasse darinnen hundert achtzig Gran, oder achtehalb Scrupel Sodasalz [15] auflösen. Nun gebe ich dem Kolben eine Hitze bis zum Kochen, und unterhalte dieses gelinde und einförmig dreyssig Minuten lang; nach deren Verlauf nehme ich den Sack mit den Haaren heraus, und lasse sie zwey wiederholte male etliche Minuten lang in reinem Wasser kochen. Nach diesem schneide ich die Leinwand auf, nehme die Haare heraus, schwenke sie in einem grossen Gefässe mit kaltem, reinem Wasser hin und her, um sie völlig auszuwaschen und aus einander zu bringen. Endlich hänge ich sie auf, und lasse sie an der Luft trocknen.

§ 11.

Kennzeichen der gehörig gelaugten Haare.

Erst, wenn die Haare trocken geworden, lässt sich urtheilen, ob sie zum Hygrometer tüchtig sind. Sie müssen rein, weich, glänzend, durchscheinend aussehen, und von einander gut losgegangen seyn. Sind sie rauh, kraus, unscheinbar, undurchsichtig, noch zusammenklebend, so ist das ein gewisses Kennzeichen, man habe bey ihrer Lauge zu viel Salz genommen. Aus dergleichen Haaren muss man keine Hygrometer

*) Anfänglich band ich blos die Haare zusammen, ohne sie in einen dergleichen Sack zu thun; aber alsdenn wurden die Spitzen derselben, die frey in der Lauge herum schwebten, und die Haare, welche sich irgend ganz oder zum Theile von den andern los machten, überall zu sehr von der Lauge getroffen, und davon zu stark angegriffen, und oftmals eben dasselbe Haar an einer Stelle zu viel, an der andern zu wenig gelauget.

machen. Ihre Veränderungen sind wirklich gross, aber sie verlängern sich zu sehr, und auf eine unregelmässige Art, besonders beym Puncte der grössten Feuchtigkeit; ihr Zustand ist fast wie bey einer Gallerte, die in feuchter Luft ihren Zusammenhang verliert. Es ist besser, etwas weniger Empfindlichkeit, und etwas mehr Solidität und Stärke.

Selten wirkt die Lauge auf alle Haare, die man mit einemmale hinein thut, gleich stark: auf diejenigen, welche durchsichtiger sind, hat sie weniger gewirket. [16] Wenn daher ein Haar, womit man den Versuch machet, sich etwas zu stark ausdehnet, so darf man nur ein anderes zugleich gekochtes, mehr durchsichtiges nehmen, und so umgekehrt.

Drittes Hauptstück.

Bestimmung des äussersten Punctes der Feuchtigkeit.

§ 12.

Mittel diese Feuchtigkeit zu erlangen.

Gleich anfangs, als ich mich mit der Hygrometrie beschäfftigte, fand ich, dass ich das Hygrometer, um den Grad von äusserster Feuchtigkeit zu bekommen, nicht sowohl im Wasser, welches nämlich auf gewisse Körper ganz anders, als die Dämpfe wirket, sondern vielmehr in eine von Wasser gesättigte, und folglich möglichst feuchte Luft eintauchen müsste. Hierzu schien mir das einfachste Mittel, wenn man die innere Fläche einer gläsernen Glocke durchaus anfeuchtete, und die Glocke alsdenn auf einen Teller mit Wasser setzte. Wird ein Hygrometer in diesem Recipienten aufgehangen, so befindet es sich in einer Luft, die überall mit Wasser umgeben ist, sie wird daher vom Wasser gesättiget, und am Hygrometer die Wirkung der grössten Feuchtigkeit zu Wege bringen.

[17]

§ 13.

Mittel sie zu unterhalten.

Bleibt das Hygrometer lange unter der Glocke, so geschieht es bisweilen, besonders wenn die Luft in dem Zimmer wärmer wird, dass die inneren Wände der Glocke wenigstens zum Theile abtrocknen, und alsdenn zeiget das Hygrometer nicht mehr die grösste Feuchtigkeit an, sondern kann sich davon auf drey bis vier Grade entfernen. Man muss daher die Glocke von Zeit zu Zeit aufheben, sie inwendig mit einem Schwamme aufs neue anfeuchten, und geschwinde wieder übers Hygrometer bringen. Während dieser Zeit, und wenn es nur zwey Secunden wären, tritt dasselbe einige Grade zur Trockenheit, aber nach drey bis vier Minuten kehret es zum Puncte der grössten Feuchtigkeit zurück. Manchmal habe ich, dieses schnelle Abtrocknen zu vermeiden, die innere Fläche der Glocke dadurch angefeuchtet, dass ich unter ihren Rand, ohne ihn doch aus dem Wasser umher herauszuheben, das gekrümmte Ende einer Sprütze steckte, und damit die Glocke inwendig überall besprengte. Aber bey dieser Methode kann leicht Wasser auf das Hygrometer fallen, und es in Unordnung bringen. Ich pflege daher die Glocke schlechtweg aufzuheben, und sie inwendig mit einem Schwamme anzufeuchten.

§ 14.

Wirkungen dieser Feuchtigkeit aufs Haar.

Das gelaugte und nachher getrocknete Haar ist gemeiniglich etwas gekrümmt, und das daran gehängte Gewicht kann es, so lange es trocken bleibt, nicht wiederum strecken und ins gerade ziehen. Wird aber die Luft mit Feuchtigkeit gesättiget, so ist das [18] nämliche Gewicht, wenn es gleich nur drey Grane beträgt, hinlänglich, das Haar gerade zu bringen, und so viel nöthig auszuziehen. Zu diesem Ende muss es eine oder zwey Stunden in dieser Feuchtigkeit verbleiben, damit es sich, soviel möglich seyn will, verlängere. Dieserwegen lässt man das Hygrometer unter der Glocke in einer beständigen Feuchtigkeit, so lange, bis es nicht mehr länger wird.

Wenn aber, in Zeit von fünf bis sechs Stunden, und dabey in der grössten Feuchtigkeit, das Haar immer fortfährt länger zu werden, so zeiget dieses an, es sey von der Feuchtigkeit

zu stark angegriffen, und das Salz habe dessen Nervenhaut[3]) und organische Kraft zerstöret. Man muss alsdenn an dessen Statt ein anderes, etwas weniger gelaugtes, Haar aussuchen.

§ 15.

Haare, die rückgängig werden.

Wenn man im Gegentheil gewahr wird, dass das Haar, nachdem es sich bis auf einen gewissen Punct gestrecket hat, wiederum anfängt merklich kürzer zu werden, und die Nadel, die vorher auf Feuchtigkeit gewiesen, des Wassers und der Dünste in der Glocke ungeachtet, wiederum zur Trockenheit zurückkehret, so beweist dieses, das Haar sey entweder vor oder nach der Zubereitung zu stark ausgezogen, und man muss es ebenfalls bey Seite legen.

Dieses Zurücktreten befremdete mich ungemein, als ich es die erstenmale bemerkte. Ich glaubte immer, die Luft würde im Innern der Glocke trocken, und suchte sie daher auf hundertfache Weise anzufeuchten; jemehr ich sie feuchte machte, desto mehr verkürzte sich das Haar. Endlich lernte ich einsehen, [**19**] dass dieser Fehler nur bey solchen Haaren Statt habe, die man entweder beym Absondern von einander, oder beym Verknüpfen, oder durch ein zu schweres Gewicht zu sehr ausgezogen hatte.

Man hat Ursache zu glauben, das Haar werde durchs Ziehen gewissermaassen zerrissen, oder seine Bestandtheile geben sich wenigstens aus einander, und dadurch fange es in der Feuchtigkeit zuerst an, sich auszudehnen; aber durch die anhaltende Wirkung der Feuchtigkeit werden die durchs Ausziehen verletzten Stellen wiederum ausgefüllet, die getrennten Theile wieder vereiniget, und das Haar ziehe sich beynahe so weit, als es von Natur würde gewesen seyn, wiederum zusammen. Wenn diese Verkürzung, welche die Feuchtigkeit hervorbringt, mit dem Haare beständig anhielte, so könnte sie zu gleicher Absicht dienen. Aber sie bleibt nicht beständig, eine lange anhaltende Trockenheit entzieht dem Haare das Wasser, wodurch seine Theile wieder vereiniget wurden. Diese geben sich daher wieder auseinander, das Haar strecket sich, um in einer überhäuften Feuchtigkeit aufs neue einzulaufen. Weil nun diese widrigen Bewegungen die Veränderungen des Hygrometers ganz ungewiss machen, so muss man Haare mit diesem

Fehler gänzlich wegwerfen: solche nämlich, die in der grössten Feuchtigkeit bis auf einen gewissen Punct zuerst ausgedehnet, nachher in eben dieser Feuchtigkeit wiederum eingelaufen sind, wenn man dabey den Ort, wo sie eingeschlossen gewesen, voller Dünste gehalten hat. Inzwischen, wenn dieses Zusammenziehen nur einen Grad beträgt, so darf man sich daran eben nicht kehren; denn man hat selten Haare, die von diesem Fehler gänzlich frey wären, und der Fehler selbst wird in freyer Luft weniger merklich, als in verschlossenen Gefässen.

[20] § 16.

Ein zu grosses Gewicht bringt sie zu diesem Fehler.

Hängt man an das Haar ein für seine Kraft zu grosses, obschon nicht übermässiges Gewicht, z. B. zwölf Grane, so zeigt es sich nicht gleich, wie sehr dies Gewicht das Haar auszieht. Das Hygrometer mit einem solchen Haare, geht in der ersten Zeit ziemlich regelmässig, aber nach einem oder zwey Jahren, manchmal nach einigen Monathen, strecket es sich zu stark, und wird in der grössten Feuchtigkeit rückgängig.

Diesen Fehler hatten meine ersten Hygrometer, davon ich die Ursache nicht einsah. Ich verlohr daher fast die Hoffnung, das Haar zur Verfertigung eines dauerhaften Werkzeuges gebrauchen zu können. Nachdem ich aber auf den Ursprung kam, und erkannte, dass diesem Fehler durch Verminderung des Gewichts abzuhelfen sey; besonders nachdem ich fand, dass die Haare, welche ich fünf Jahre lang im Trocknen aufbewahret hatte, eben so gut waren, als wenn sie erst zubereitet worden, so habe ich die Arbeit wieder zur Hand genommen.

Eine andere Vorsicht, die ich zu nehmen hatte, bestand darinnen, dass ich die Haare durch Kloben mit Schrauben befestigte, anstatt sie, wie ich vorher that, anzuknüpfen. Denn es ist wirklich schwer, mit einem solchen Körper, dergleichen das Haar ist, einen Knoten zu machen, ohne ihn auszuziehen, und seine innere Organisation in Unordnung zu bringen.

§ 17.

Wiederhohlung des Angeführten.

Ich will das Verfahren, den Punct der äussersten Feuchtigkeit zu erhalten, noch mit wenig Worten wiederhohlen.

[21] Ich nehme einen cylindrischen Recipienten, funfzehn bis sechzehn Zoll hoch, und sechs bis sieben weit. Um die Hygrometer in demselben aufzuhängen, habe ich einen Glasleuchter, in dessen Tille einige Häkchen so hoch angebracht sind, damit die daran aufgehangenen Hygrometer nicht den Boden, worauf der Leuchter steht, berühren, dabey aber auch tief genug sind, dass der Leuchter mit den Hygrometern gehörig in dem Recipienten stehen könne. Dieser Träger ist sehr bequem, vier Hygrometer daran aufzuhängen, und ihren Gang zu gleicher Zeit zu bemerken.

Wenn ich den Punct der äussersten Feuchtigkeit bey einem oder mehreren Hygrometern bestimmen will, so hänge ich sie an diesen Leuchter, und stelle selbigen auf einen Teller, der mit einigen Linien hoch Wasser bedecket ist. Ich mache alsdenn die gläserne Glocke inwendig mit einem Schwamme überall feucht, und setze sie augenblicklich über den Leuchter mit den Hygrometern, dass ihr unterer Rand in das Wasser zu stehen kömmt.

Gleich darauf fangen die Haare an sich zu verlängern, und die Hygrometer aufs Feuchte zu treten: ich bemerke sie wenigstens von Viertelstunde zu Viertelstunde, und klopfe mit dem Finger sanft an die Vorrichtung, um die Bewegung der Nadel zu erleichtern: ich zeichne jedesmal den Grad und dessen Theile auf, welchen die Nadel in jedem Hygrometer anzeiget.

Wenn die Haare nicht gar zu stark gelauget sind, so erreichen sie, nach einer Stunde, und bisweilen in einer halben, ihre grösste Ausdehnung, und folglich den Punct der äussersten Feuchtigkeit; sie verbleiben [22] alsdenn auf diesem Puncte, so lange der Recipient inwendig völlig feuchte bleibt. Sollten aber irgend die innern Seiten desselben ein wenig abtrocknen, und man sieht, dass die Hygrometer stille stehen, so muss man Wasser in den Recipienten sprützen, oder ihn aufheben, inwendig anfeuchten, und ihn mit möglichster Behendigkeit wieder auf die Hygrometer setzen. Zieht sich das Haar noch immer weiter aus, und lässt in zwey oder drey Stunden nicht nach, sich in der feuchten Luft zu verlängern, so ist es zu stark gelauget, man muss es wegwerfen, und ein anderes nehmen. Kehret es im Gegentheil etliche Grade zur Trockenheit zurück, wenn gleich die Feuchtigkeit im Innern der Glocke sorgfältig unterhalten wird, so hat es den Fehler, wovon ich oben geredet habe, (§ 15) und ist rückgängig; man

muss es ebenfalls wegwerfen. Bleibt es aber auf einem Puncte völlig oder doch beynahe stehen, so ist es gut, und der höchste Grad, den die Nadel erreicht hat, ist der Punct der äussersten Feuchtigkeit.

Verlangt man ein Werkzeug, worauf man sich verlassen kann, so muss man es nach der Operation unter der Glocke herausnehmen, es viele Tage den mancherley Veränderungen der Feuchtigkeit und Trockenheit aussetzen, und es nachher wiederum unter die mit Dämpfen erfüllte Glocke hinstellen. Kömmt es alsdenn auf den nämlichen Punct, oder auch nur bis auf einen halben Grad dahin, so kann man sicher seyn, das Haar habe die beste Eigenschaft, und dieser höchste Punct, den es erreichet, deute die grösste Feuchtigkeit an, die man jemals bemerken kann.

[**23**] § 18.

Die Wärme ändert nicht den Punct der Feuchtigkeit.

Dieses ganze Verfahren stelle ich mit kaltem Wasser an, das ist mit solchem, welches die Temperatur des Ortes hat, wo ich mich befinde, und man darf nicht besorgen, dass die Erfolge anders seyn werden, wenn die Luft mehr oder weniger warm ist. Denn man kann heisses Wasser auf den Teller der Glocke giessen, worunter die Hygrometer stehen, ohne dass die aufsteigenden warmen Dämpfe in der Glocke das Haar schlaffer machen, als die Dämpfe vom kalten Wasser. Im Gegentheil bemerket man bisweilen, dass die warmen Dämpfe das Haar zusammenziehen, und die Nadel etwas zur Trockenheit hinbewegen. Aber dieses ereignet sich nur bey Haaren, die durchs Ausziehen, oder durch eine andere Ursache fehlerhaft geworden, und daher das Zurückgehen an sich haben. Diese häufigen Dünste dringen in die Haare überall hinein, geben ihnen, so zu reden, Nahrung, und verschaffen ihnen auf einige Zeit den Nerven wieder, welchen sie verlohren haben. Was nun mit diesen Haaren in den warmen Dämpfen geschieht, eben dasselbe äussert sich auch an ihnen in den kalten, wenn man unaufhörlich Wasser in die Glocke sprützet, und sie beständig mit Dämpfen überladen hält. Die warmen Dämpfe bringen ihre Wirkung blos geschwinder hervor. Aber gesunde und gehörig gelaugte Haare werden durch die Dämpfe des Wassers, wenn es gleich siedend ist, keineswegs zusammen

gezogen, und leiden in den heissen Dämpfen keine andre Veränderung, als in den kalten. Und wenn gleich die Dämpfe, sie mögen warm oder kalt seyn, bey einem Haare einiges Zurückgehen verursachen, so verwerfe ich es darum nicht, wenn nur dieses Zurückgehen [**24**] nicht mehr als einen halben oder drey viertel Grad beträgt, als welcher kleine Irthum bey einem Werkzeuge dieser Art füglich zu übersehen ist.

Solchem nach darf man nicht befürchten, dass die grössere oder kleinere Wärme, sie sey vom Wasser, oder von Dämpfen, oder von der umliegenden Luft, eine merkliche Veränderung in dem Puncte der äussersten Feuchtigkeit zu wege bringe.

Die Wärme dehnet das Haar nicht so, wie die übrigen bekannten Körper aus. Wir werden in dem V. Hauptstücke des gegenwärtigen Versuches die Grösse dieser Ausdehnung bestimmen, und zeigen, wenn sie gleich ihrer Unbeträchtlichkeit halber ohne Fehler bey Seite zu setzen ist, dass man sie gleichwohl bey einer äussersten Genauigkeit in Anschlag bringen könne.

Was die Dünste anlangt, so durchdringen sie, oder verlängern das Haar nicht stärker, wenn sie warm, als wenn sie kalt sind; und dieses ist eine merkwürdige Eigenschaft des Haares, wodurch selbiges für die Hygrometrie sehr schätzbar wird.

[**25**] Viertes Hauptstück.

Bestimmung des Punctes der äussersten Trockenheit.

§ 19.

Austrocknung durch die Salze.

Es ist nicht genug, für die Feuchtigkeit einen festen Punct gefunden zu haben, es muss auch einer für die Trockenheit seyn. Schon seit langer Zeit hat man geglaubet, ihn mittelst der Salze zu erlangen, welche die Feuchtigkeit der Luft anziehen. Herr *Senebier* hat davon einen glücklichen Gebrauch gemachet, die Grade der Hygrometer von Darmsaiten zu bestimmen. Ich selbst habe diese Sache schon vor sechs Jahren

zu diesem Ende gebrauchet, sie thaten mir aber kein Genüge; denn ich erhielt dadurch kein sicheres und untrügliches Merkmal, daran sich erkennen liesse, ob der erlangte Punct der Trockenheit ein beständiger und unveränderlicher Punct sey.

In der That die ätzenden Laugensalze, die concentrirten Säuren, die fliessbaren Mittelsalze trocknen die Luft, in welcher man sie verschliesst, gar zu stark aus; inzwischen habe ich auch gefunden, dass der Grad der Trockenheit, den sie hervorbringen, sehr veränderlich ist: nachdem nämlich die Luft in dem Augenblicke, da man diese Salze hineinbringt, mehr oder weniger trocken ist, nachdem ferner die Quantität der Salze, im Verhältnisse zur Luftmasse, welche sie austrocknen sollen, mehr oder weniger gross ist, und endlich nach dem sie mit mehr oder weniger [**26**] Sorgfalt sind zubereitet und erhalten worden. Wenn ich daher gleich die grösste Vorsichtigkeit gebrauchte, die Luft um mein Hygrometer völlig auszutrocknen, so blieb ich doch allemal über den Erfolg, vornehmlich aber über die Einförmigkeit der Wirkungen in meiner Operation einigermaassen in Zweifel. Bey den letzten Arbeiten ist es mir indessen besser gelungen, ich habe für das Haarhygrometer ein sicheres Kennzeichen seiner vollkommenen, oder doch bis auf einen Grad genau bestimmten Austrocknung gefunden, und dieser Grad ist, meines Bedünkens, zugleich der grösste, den diese Substanz, ohne zerstöhrt zu werden, aushalten kann.

§ 20.

Kennzeichen der grössten Austrocknung.

Dieses Kennzeichen kömmt darauf an: die unvergleichlichen Versuche des Herrn *Le Roi* haben gewiesen, dass die Luft ein wahres Auflösungsmittel der Dämpfe sey, und dass die Wärme ihre auflösende Kraft vermehre. Sollte hierüber noch ein Zweifel obwalten, so würde das Hygrometer davon den Beweis darlegen. Man setze ein Hygrometer unter eine ganz trockene gläserne Glocke, worinnen sich weder Wasser noch ein anderer Körper befindet, daraus die Wärme Wasser heraustreiben könnte; man merke sich den Grad, bey welchem das Hygrometer stehen bleibt, und bringe sodann die Glocke in die Sonnenstralen, oder an einen andern Ort, wo die Wärme darauf wirken kann, so wird man sehen, dass sich der Zeiger desselben zur Trockenheit beweget: da er im Gegentheile,

wenn man die Glocke an einen kalten Ort bringt, zur Feuchtigkeit tritt. Diese Wirkung trifft ein, so lange in der Luft noch eine [27] merkliche Quantität Feuchtigkeit übrig ist, auch sogar noch alsdenn, wenn die verschluckenden Salze die Luft zu einem weit höheren Grade der Trockenheit gebracht haben, als derjenige ist, den wir jemals in der Atmosphäre wahrnehmen können. Wenn aber die Salze endlich die Luft von dem darinnen aufgelösten Wasser gänzlich befreyet haben, alsdenn beweget sich das in dieser Luft eingeschlossene Hygrometer nicht ferner zur Trockenheit, wenn man es in die Wärme, noch auch zur Feuchtigkeit, wenn man es ins Kalte bringt; sondern die Wärme wirket alsdenn auf das Haar, wie auf einen jeden metallischen Körper, sie dehnet es aus, und die Kälte zieht es zusammen; es höret auf Hygrometer zu seyn, und wird ein Pyrometer. Wir wollen aber die nähern Umstände dieser Beobachtung vor uns nehmen.

§ 21.

Umständliche Beschreibung des Verfahrens.

Zum Austrocknen der Luft bediene ich mich jederzeit des Verfahrens, welches ich in meinem Briefe an Herrn *Senebier* beschrieben habe. (Journal de physique, 1778. Tom. I. p. 43.) Ich nehme einen Recipienten von fast cylindrischer Form, so klein, dass ein Hygrometer nur eben darinnen stehen kann; ich biege alsdenn ein dünnes Eisenblech in Gestalt eines halben Cylinders, von der Grösse, dass es sich in den Recipienten hinein schicket, und dessen ganze Höhe, aber nur die halbe Breite, einnimmt. Ich lege dieses Blech auf glühende Kohlen, gebe ihm so viel Hitze, dass es anfängt zu glühen, bestreue es alsdenn überall, sowohl auf der hohlen als auf der bauchichten Seite mit einem Pulver, das aus Salpeter und rohem Weinstein zu gleichen Theilen besteht, und richte [28] es also ein, dass nach der Verpuffung das daraus entstehende fixe Alkali die ganze Fläche des Bleches durchgehends gleichmässig bedecket; ich verkalke dieses Salz, indem ich das Blech eine ganze Viertelstunde lang immer am glühen erhalte, damit das Salz Zeit gewinne, seine grosse Flüssigkeit zu verlieren, und nicht von dem Bleche ablaufe; so wie aber das Salz weniger fliessend wird, so verstärke ich die Hitze so weit, bis dass Eisen und Salz durchs Glühen eine schöne kirschrothe Farbe erhalten; diesen Grad der Hitze unterhalte ich eine gute

Stunde lang, wornach ich das Blech aus dem Feuer nehme, und es so weit abkühlen lasse, dass der Recipient, in welchen es hineingebracht wird, nicht irgend davon zerspringen könne. Ich stelle es alsdenn noch heiss in den Recipienten, den ich ebenfals heiss und völlig trocken gemachet habe; zugleich setze ich auch das Hygrometer*) hinein, nebst einem Thermometer auf Metall, und verhindere die Gemeinschaft mit der äusseren Luft entweder durch Quecksilber, oder durchs Verstreichen des untern Randes mit weichem Wachse.

[**29**] In dem Augenblicke, wo das Hygrometer nebst dem alkalisirten Bleche unter der Glocke eingeschlossen sind, sieht man, wie der Zeiger desselben überaus schnell zur Trockenheit rücket; ich habe ihn in den ersten zehn Minuten vier und zwanzig Grade fortschreiten sehen, welches beynahe ein Viertel des Raumes zwischen der äussersten Feuchtigkeit und Trockenheit ausmachet. Nach und nach wird seine Bewegung langsamer, und zuletzt ist sie kaum von einem Viertel Grad in vier und zwanzig Stunden. Ich lasse diese Vorrichtung ruhig stehen, bis die Nadel, wenigstens in zwölf Stunden, keine weitere Bewegungen machet, und klopfe nur dann und wann sanfte an die Vorrichtung, um die Bewegung der Nadel beym Reiben und der Rauhigkeit des Haares zu erleichtern. Wenn das Blech gut beleget, und das Alkali recht zubereitet worden, so kömmt das Hygrometer nach zwey- oder dreymal vier und zwanzig Stunden auf einen festen Standpunct.

Dieweil aber dieser feste Stand davon herkommen könnte, dass unter der anziehenden Kraft des Salzes, und der auflösenden Kraft der Luft ein Gleichgewicht entstünde, ohne dass letztere von aller ihrer Feuchtigkeit befreyet wäre: so bringe ich, diesen Zweifel zu heben, die ganze Vorrichtung in die Sonne, oder an das Feuer. Im letztern Falle setze ich sie so weit vom Feuer ab, dass nichts daran zerspringe, und sie gleichwohl auf vierzig bis funfzig Grad erwärmet werde,

*) Damit die Nadel, oder der Zeiger, Freyheit habe, zur Trockenheit zu rücken, so muss man sie vor der Operation, mittelst der Stellschraube *m*, Fig. 2, in solche Lage bringen, dass der Punct der grössten Feuchtigkeit ganz nahe an den höchsten Punct des Quadranten falle: alsdann kann die Nadel, indem sich das Haar zusammen zieht, den ganzen Raum des Quadranten durchlaufen. Hat man mehrere Hygrometer abzutheilen, so kann man sie, wie bey Bestimmung der grössten Feuchtigkeit geschehen, an einen Glas- oder Metall-Leuchter aufhängen, und solchergestalt ihrer drey oder vier unter eben dieselbe Glocke stellen.

und damit die Erwärmung von allen Seiten gleich geschehe, so drehe ich sie regelmässig um, von zwey zu zwey, von drey zu drey Minuten, immer um ein Viertel Kreis, damit die ganze Vorrichtung [**30**] jedesmal in zehn Minuten ganz herumkomme *).

Der erste Anfall der Hitze, besonders wenn er lebhaft und schnell ist, verlängert insgemein das Haar, und machet, dass sich der Zeiger zur Feuchtigkeit, etwa ein viertel, oder einen halben Grad beweget, besonders wenn die Luft noch nicht vollkommen ausgetrocknet ist. Dies kömmt ohne Zweifel daher, weil die Hitze einen so dünnen Körper, wie das Haar, in kürzerer Zeit durchdringt und ausdehnet, als in welcher sie die in demselben enthaltene Feuchtigkeit in Dünste verwandelt, und die umliegende Luft diese Dünste verschlucken kann. Bleibt daher noch etwas Feuchtigkeit zurück, es sey im Haare oder in der Luft, und es sey solche auch nur drey oder vier Grade vom Puncte der äussersten Austrocknung entfernet, so wird man finden, dass die nämliche Hitze, wenn sie zwey oder drey Stunden anhält, den Zeiger zum Rückgehen bringt, und ihn nach der Trockenheit zu beweget.

Im Gegentheil, wenn das Haar und die Luft um dasselbe vollkommen trocken sind, so wird sich das Haar beständig verlängern, und zwar im Verhältnisse der Hitze, die auf dasselbe wirket; und wenn man die Vorrichtung ins Kalte bringt, so wird sich das Haar mit der nämlichen Regelmässigkeit verkürzen. Inzwischen, da ein isolirtes Haar weit geschwinder heiss und kalt wird, als das allerempfindlichste [**31**] Thermometer, so muss auch seine Ausdehnung und Zusammenziehung viel schneller geschehen, als die beym Thermometer.

Hierbey ist noch besonders zu bemerken, wenn das Haar vollkommen austrocknet, nachher aber stark erhitzet ist, und man es alsdenn in eine mittlere Wärme bringt, so kömmt es wieder genau auf eben denselben Grad; da hergegen, wenn es noch einige Feuchtigkeit bey sich hat, bringt es diese nämliche Wärme jederzeit auf höhere Grade der Trockenheit. Ich werde hiervon noch im § 30 reden.

---

*) Dieses regelmässige Umdrehen ist nur in dem Falle nöthig, wenn man die Wirkungen der Wärme aufs Haar mit der grössten Schärfe haben will. Hat man allein die Absicht, das Hygrometer in Grade zu theilen, so ist nichts daran gelegen, wenn auch eine Seite mehr, als die andere erwärmet wird.

§ 22.

Zusammenziehung des Haares durch eine sehr grosse Kälte.

Es schien mir nöthig zu wissen, ob dieses pyrometrische Zusammenziehen des Haares auch noch in den Graden der Kälte unter dem Gefrierungspuncte, sich ereignen würde. Ich setzte die ganze Vorrichtung, nämlich das Hygrometer in der Glocke, nebst dem mit Alkali bedeckten Bleche, dem Thermometer, und der vollkommen ausgetrockneten Luft; ich setzte, sage ich, diese ganze Vorrichtung unter eine grosse gläserne Glocke, und bedeckte sie mit einem Gemische von Eis und Seesalze. Nachdem die Kälte auf alle diese Körper sattsam gewirket hatte, nahm ich die Vorrichtung unter der Glocke heraus, und fand, dass das Quecksilber im Thermometer bis auf zwölf Grade unter den Frostpunct herabgesunken, und der Zeiger durch Verkürzung des Haares einen halben Grad zur Trockenheit fortgerücket war. Nachdem die Vorrichtung wiederum warm geworden, und zu der Temperatur, welche sie vor dem Einsetzen ins Eis hatte, nämlich auf zehn Grade über dem Frostpuncte gekommen war, trat der Zeiger, indem [32] sich das Haar wieder ausdehnte, genau auf den Punct zurück, wo er bisher gestanden hatte.

§ 23.

Kennzeichen eines fehlerhaften Verfahrens.

Die Verlängerung des Haares durch die Wärme ist solchergestalt das Kennzeichen einer vollkommenen Austrocknung: daher ist der Grad, den der Zeiger in diesem Zustande des Haares bey einer mittlern Temperatur andeutet, in meinen Hygrometern der Punct der äussersten Trockenheit.

Wenn man das bisher beschriebene Verfahren genau beobachtet, so bekömmt man unausbleiblich diesen Punct und dessen Kennzeichen. Hat man aber irgendwo einen Fehler begangen, so behält das Haar, welches mit dem Bleche in der Glocke eingeschlossen ist, jederzeit einiges Bestreben, sich durch die Kälte zu verlängern, und durch die Wärme zu verkürzen. Nimmt dies Bestreben in Zeit von sieben oder acht Tagen nicht merklich ab, so hat man nicht nöthig, länger zu warten, das Verfahren ist fehlerhaft, und man muss es von neuem vornehmen.

§ 24.

Dasselbe Blech kann öfters gebrauchet werden.

Wenn das Eisenblech mit den Salzen einmal gut beleget ist, so kann man es sehr viele mal gebrauchen; man muss aber das Salz jegliches mal von neuem calciniren, und ihm die eingezogene Feuchtigkeit benehmen. Man kann ihm alsdann eine stärkere und geschwindere Hitze geben, weil es die grosse Fliessbarkeit bereits verlohren hat, die es vor seiner Verpuffung hatte. Will man das mit Salze belegte [**33**] Eisenblech lange erhalten, so muss man es in einer gläsernen Glocke verschliessen, und diese mit Wachse verkleben; thut man dieses nicht, so löset sich das Alkali stückweise ab, oder zerfliesst in eine Feuchtigkeit.

§ 25.

Andere Mittel geben nicht denselbigen Grad der Trockenheit.

Ich hätte gewünschet, dieses Verfahren leichter zu machen, und den Naturforschern, die sich auf diese Art Hygrometer verfertigen wollen, die Mühe des Calcinirens ersparen zu können. Ich habe das concentrirte Vitriolöl und die blättrige Erde des Weinsteins versuchet, welche die Feuchtigkeit der Luft sehr stark, und noch schneller als das Weinsteinsalz anziehen; aber ich habe mit diesen Salzen nicht den Grad der äussersten Trockenheit zu wege bringen können, den ich durch das calcinirte Weinsteinsalz ganz sicher erhielt; und die Hygrometer, welche durchs Weinsteinsalz bestimmet worden, bleiben jederzeit, wenn man sie der Wirkung dieser Salze aussetzet, drey oder vier Grade unter dem Puncte der äussersten Trockenheit.

Uebrigens hat dieses Verfahren nichts beschwerliches, man brauchet dazu keinen Ofen, man kann es mit Kohlen auf dem Heerde eines Kamines beendigen; und wenn man einmal ein Hygrometer genau auf diese Weise bestimmet und eingetheilet hat, so kann man sich, wie ich im sechsten Hauptstücke zeigen werde, desselben bedienen, um andere, mittelst Vergleichung darnach, einzutheilen.

[34] Fünftes Hauptstück.

Von den pyrometrischen Veränderungen des Haares.

§ 26.

In einer vollkommen ausgetrockneten Luft lassen sich diese Veränderungen angeben.

Das bisher beschriebene Verfahren verschaffet uns demnach ein Aeusserstes in den Veränderungen des Hygrometers. Es hat aber auch noch diesen Vortheil, dass es uns in den Stand setzet, die Wirkungen der Wärme auf das Haar zu erkennen und abzumessen: Wirkungen, die man gar nicht bestimmen kann, wenn dasselbe nicht gänzlich ausgetrocknet ist. Denn so lange das Haar, oder jeglicher anderer Körper dieser Art, noch Feuchtigkeit in sich hat, so bringt die Wärme auf einmal zwo widrige Wirkungen in demselben hervor. Die Feuertheilchen treten nämlich zwischen die Elementarpartikeln, treiben sie auseinander, und dehnen das Haar, so zu reden, pyrometrisch aus; aber zu gleicher Zeit verflüchtiget auch die Wärme, und treibt die Wassertheilchen aus dem Haare, diese lassen solcher Gestalt leere Stellen, und gestatten dem Haare, sich hygrometrisch zusammen zu ziehen. Nun können die Wirkungen dieser beyden Ursachen, die gleichsam in einander greifen, und sich wechselsweise anders bestimmen, nicht genau angegeben werden, wenn man sie nicht trennet, und eine von der andern unabhängig beobachtet. Und dieses lässt sich bewerkstelligen, wenn das Haar vollkommen ausgetrocknet ist, weil alsdenn [35] die Wärme keine hygrometrische Zusammenziehung weiter daran verursachet.

§ 27.

Maas dieser Veränderungen.

Zu Folge der am Ende des vorigen Kapitels angebrachten Erfahrung, zieht sich ein vollkommen ausgetrocknetes Haar, in einer Temperatur von zehn Graden über dem Frostpuncte, bis zwölf Grad unter demselben dergestalt zusammen, dass die

Nadel einen halben Grad des Zirkels beschreibt; daraus folget denn, dass ein Grad Wärme des Mercurialthermometers das Haar so weit ausdehne, damit die Nadel den vier und vierzigsten Theil eines Grades zurücklege, oder welches einerley ist, dieser Grad von Wärme dehnet das Haar ungefähr neunzehn Milliontheilchen seiner Länge aus.

Die Rechnung hiervon ist leicht. Das Haar geht um einen Theil der Rolle, woran der Zeiger oder die Nadel des Hygrometers befestiget ist. Der Mittelpunct der Rolle ist mit dem an der Nadel einerley, dergestalt, dass Nadel und Rolle jederzeit ähnliche Bogen des Kreises beschreiben. Soll sich daher die Nadel um einen Grad bewegen, so muss es die Rolle eben auch um so viel thun, und folglich muss sich das Haar um einen Grad dieser Rolle verlängern, oder verkürzen. Die Rolle des Hygrometers, welches ich bey diesen Versuchen gebrauchte, hielt drey Linien im Halbmesser, ein Grad an ihr betrug daher 0,05236 einer Linie, und der halbe Grad, den die Nadel in unserm Versuche beschrieben, zeiget an, es habe sich das Haar nur halb so viel verlängert, das ist um 0,02618 einer Linie. Die Länge des Haares betrug drey und sechzig und eine halbe Linie, es hat sich daher ein zwey [**36**] tausend vier hundert und zwanzig Theilchen verlängert, oder vier hundert und zwölf Milliontheilchen seiner ganzen Länge. Diese Verlängerung war die Wirkung von zwey und zwanzig Graden Wärme. Daraus folget, wenn die pyrometrischen Ausdehnungen des Haares den unterschiedlichen Graden der Wärme, denen es ausgesetzet ist, proportionirlich sind, so würde ein dergleichen Haar, wie dieses ist, und auf die nämliche Art gestellet, ungefähr neunzehn Milliontheilchen seiner ganzen Länge für jeden Grad des Thermometers ausdehnen, dessen Raum von der Eiskälte an, bis zum siedenden Wasser, in achtzig Theile getheilet ist.

§ 28.

Ihr Verhältniss zu den hygrometrischen Veränderungen.

Das wichtigste aber, was sich aus diesen Berechnungen herleiten lässt, ist die genau bestimmte Correction, die man für die Wärme anstellen muss. Ein gehörig gelaugtes Haar strecket sich von der äussersten Trockenheit bis zur äussersten Feuchtigkeit 0,0245 Theile seiner ganzen Länge. Wenn ich nun diese Verlängerung in hundert Theile, nach den Graden

der Hygrometer, eintheile, so zeiget ein Grad des Hygrometers eine Veränderung von 0,000245 der ganzen Länge des Haares an. Und weil ein Grad Wärme das nämliche Haar um 0,000019 seiner ganzen Länge ausdehnet, so ist die Wirkung von diesem Grad Wärme nach den Graden an der Hygrometerleiter ausgedrücket, gleich $\frac{19}{245}$, oder $\frac{1}{13}$ *). Das ist, ein [37] Grad

*) Um diese Berechnung so genau als möglich zu machen, so muss man die Ausdehnung des Metalles, oder der Materie in Anschlag bringen, woraus das Gestelle des Hygrometers besteht; weil die Veränderungen des Haares nothwendig durch die des Gestelles, wovon es gehalten wird, nothwendig anders bestimmt werden. Würde das Haar durch die Wärme weder verlängert noch verkürzet, und das blosse Gestelle litte nur von ihrer Wirkung, so ist klar, dass dieses Gestelle, indem es sich verlängerte, das Haar ziehen, und die Nadel zur Trockenheit richten würde. Wenn aber im Gegentheil das Gestelle und das Haar sich durch die Wärme völlig gleich stark ausdehnten, so würde die Wirkung der Wärme aufs Haar die Wirkung derselben aufs Gestelle gänzlich aufheben, und folglich würde man am Hygrometer keine pyrometrische Veränderung wahrnehmen. Wenn endlich, und dies trifft in der That ein, das Haar von der Wärme mehr leidet, als das Gestelle, worin es sitzt, so wird es durch die Wärme sich zu verlängern, und durch die Kälte sich zu verkürzen scheinen, und seine wahre Verlängerung wird aus der Summe seiner scheinbaren Verlängerung, und der Verlängerung des correspondirenden Theils vom Gestelle bestehen. Will man daher angeben, wie viel ein Haar von einem Grad Wärme wirklich sey verlängert worden, so muss man zu neunzehn Milliontheilchen seiner Länge, um welche es dieser Grad ausdehnet, noch die Quantität hinzuthun, um welche die Gestellsäule, worin das Haar steht, durch eben diese Wärme verlängert worden. Herr *Herbert*, der über die Ausdehnung der Metalle meines Erachtens die genauesten Versuche angestellet hat, nimmt in seiner Abhandlung über das Feuer S. 14. 15. an, dass sich das Zinn vom Eispuncte bis zum Siedepuncte ein vier hundert sieben und siebzig Theil seiner Länge ausdehne, welches ungefähr sechs und zwanzig Milliontheile für einen Grad des Thermometers beträgt. Daraus folget, dass für die wirkliche Ausdehnung des Haares auf einen Thermometergrad 19 + 26, oder fünf und vierzig Milliontheile seiner Länge zu setzen sind.

Aus diesen Betrachtungen ergiebt sich die praktische Folge, dass die scheinbaren pyrometrischen Veränderungen des Haares mit dem Ueberschusse seiner wirklichen Veränderungen über die von dem Gestelle desselben, im Verhältnisse sind; je mehr dieses Gestelle von den Veränderungen der Kälte und Wärme leidet, desto weniger scheint das Haar davon angegriffen zu werden. Wenn z. E. dreyzehn Grad Wärme nöthig sind, das Haar um einen Grad, nach der Leiter des Hygrometers, auszudehnen, dafern das Gestelle von Zinn ist, so werden nur zehn und ein drittel Grad Wärme nöthig seyn, um es bey einem messingenen Gestelle eben so stark

Wärme verlängert das Haar beynahe um ein Dreyzehntheilchen eines Hygrometergrades; eine [38] Kleinigkeit, die man in den gewöhnlichen Beobachtungen bey Seite setzen, bey genauen und wichtigen hergegen leicht in Anschlag bringen kann, wenn man nur dabey voraussetzen darf, dass die Wärme das Haar, in den unterschiedlichen Graden seiner Feuchtigkeit jederzeit nach einerley Gesetze ausdehnet. Ich werde die Wirkungen der Wärme aufs Hygrometer im V. Hauptst. des II. Versuches nochmals vornehmen, [39] und daselbst eine Tabelle geben, durch welche man diese Correctionen mehrentheils entbehren kann.

Eben dieselbige Probe bey andern Graden der Wärme angestellet, hatte beynahe den nämlichen Erfolg. Z. E. eben dasselbe Hygrometer, welches sich von drey bis zu drey und sechzig Graden über Null bewegte, machte eine Veränderung von drey viertel Grad des Zirkels, den die Nadel beschreibt, welches einem Grad des Kreises für fünf und vierzig Grad Wärme giebt, und in dem Versuche, der den Rechnungen zur Grundlage gedienet hat, brachten vier und vierzig Grad eben dieselbe Veränderung hervor.

§ 29.

Stufenfolgen in dem Raume dieser Veränderungen.

Man muss aber merken, dass die pyrometrischen Veränderungen des Haares niemals so gross werden, als sie es seyn können, wenn nicht das Haar, und die Luft um dasselbe, vollkommen ausgetrocknet sind. Denn alle diese Veränderungen erfolgen stufenweise. Wenn die Austrocknung noch nicht voll-

---

auszudehnen; indem die Ausdehnung des Messings für einen Grad Wärme nur zwey und zwanzig Milliontheile machet. Gleichergestalt sind nur acht Grad Wärme erforderlich, das Haar um einen Grad zu verlängern, wenn das Gestelle von Eisen, und nur sieben Grade, wenn es von Glas wäre. Das Zinn wäre daher zum Gestelle bey einem dergleichen Instrumente das schicklichste Metall. Dieweil es aber zu biegsam ist, habe ich das Messing angerathen, weil es mit der nöthigen Festigkeit eine genugsame Ausdehnbarkeit an sich hat, dass zehn und ein drittel Grad Wärme nur einen Grad Abweichung am Hygrometer geben. Ich habe die Versuche, welche diesen Berechnungen zur Grundlage dienen, mit Hygrometern, so wohl auf eisernen, als auf messingenen Gestellen, wiederholet, und eben diese Erfolge mit einer solchen Genauigkeit erhalten, die sich bey einem Gegenstande dieser Art nicht einmal hoffen lies.

kömmlich ist, so zieht die Wärme das Haar zusammen; nimmt die Trockenheit zu, so wird das Haar durch die Wärme immer weniger und weniger zusammengezogen, und kömmt nach und nach so weit, dass sie es nicht ferner zusammenzieht. Dieser Grad ist ungefähr der fünfte an meiner Gradleiter. Das Hygrometer bleibt einige Zeit ohne Bewegung und verändert sich nicht, wenn gleich die Wärme merklich zunimmt; denn es ist in diesem Falle gerade noch so viel Feuchtigkeit in ihm zurück, dass die Zusammenziehung, welche die Wärme durchs Austrocknen des Haares verursachet, völlig [40] die Ausdehnung ersetzet, die von eben dieser Wärme herkömmt: oder mit andern Worten, der Raum der Feuertheilchen, die alsdenn in das Haar treten, ist dem Raume der Wassertheilchen gleich, die aus demselben herausgehen. Endlich, wenn die Feuchtigkeit noch mehr verringert wird, so bekömmt die pyrometrische Ausdehnung über die hygrometrische Zusammenziehung das Uebergewicht; und erstere nimmt so weit zu, bis das Haar und die darum befindliche Luft den höchsten Grad der Trockenheit erreichet haben, wohin sie unser Verfahren bringen kann*).

§ 30.

Antwort auf einen Einwurf.

Man wird aber vielleicht bemerken, dass alle diese Schwankungen das Kennzeichen ungewiss machen, wodurch ich den höchsten Punct der Trockenheit zu erkennen angegeben habe. Denn es folget daraus, dass das Haar durch die Wärme ausgedehnet [41] werde, ohne gleichwohl den Punct der vollkommenen Austrocknung erreichet zu haben.

---

*) Wenn ich sage, das Hygrometer, indem es zum fünften Grad der Trockenheit gekommen, verändere sich einige Zeitlang durch die Wärme nicht weiter, so erinnere man sich, was ich im § 21 davon beygebracht hatte: nämlich, wenn dasselbe nahe zum Puncte der grössten Trockenheit hinrücket, so wird es durch die Wärme zuerst jederzeit verlängert. Wenn es alsdenn ungefähr auf fünf Grade gerücket ist, und man giebt ihm plötzlich eine Wärme von funfzehn bis zwanzig Grade, so verlängert es sich anfänglich fast drey viertel Grad, nachgehends wenn die Wärme ohne Unterlass anhält, kehret es allmälig auf den Punct zurück, von welchem die Bewegung angefangen, und bleibt daselbst eine oder zwo Stunden still stehen, nach diesem beweget es sich, wie ich bereits gesaget habe, aufs neue zur Trockenheit.

Hierauf antworte ich, der daraus entstehende Irrthum betrage niemals mehr als einen oder höchstens zween Grade, und da die Austrocknung, nach meinem Verfahren, den höchsten Grad der Trockenheit, den man jemals in der Luft bemerket, weit übertrifft, so hat dieser Irrthum in die meteorologischen Bemerkungen, wozu das Hygrometer vorzüglich bestimmt ist, wenig Einfluss. Ausserdem, wenn man die grösste Genauigkeit verlangt, so lässt sich dieser Irrthum jederzeit vermeiden, wenn man nur untersuchet, ob die pyrometrische Ausdehnung des Haares die möglichst grösste sey, wie ich es § 21 erwiesen habe. Es ist aber noch ein weit sicherer Weg hierzu, wenn man nämlich das Hygrometer, nebst den eingeschlossenen Salzen, in unterschiedliche Abwechselungen von Wärme und Kälte bringt, und dabey Achtung giebt, ob es bey einer mittlern Temperatur jederzeit genau auf einerley Punct zu stehen komme. Denn dafern noch etwas Feuchtigkeit im Haare übrig ist, so wird selbige durch die Wärme verflüchtiget, die Salze ziehen sie augenblicklich in sich, und lassen sie nicht wieder aus, wenn sie anders gut zubereitet sind; und solchergestalt kömmt das Hygrometer, wenn es wiederum kalt wird, weiter aufs Trockne zu stehen, als es vorher war, ehe es erwärmet worden. Diese Abwechselungen von Wärme und Kälte dienen demnach, theils zu erkennen, ob das Hygrometer zum Puncte der äussersten Trockenheit gekommen sey theils es zu diesem Puncte zu bringen, wenn es ihn noch nicht erreichet hat.

[42] § 31.

Was man durch äusserste Trockenheit zu verstehen habe.

Wenn ich übrigens die Redensarten, *äusserste Trockenheit*, oder *vollkommene Austrocknung*, gebrauche, so will ich damit nicht sagen, dass die Luft alle des Wassers gänzlich beraubet sey, welches sie enthalten kann. Denn ohne auf dasjenige Wasser zu sehen, welches wahrscheinlicher Weise einen ihrer Bestandtheile ausmachet, so könnte wohl ein Theil davon mit ihr noch so genau vereinigt bleiben, dass die absorbirenden Salze keineswegs stark genug wären, ihr selbigen zu entziehen, und ich werde selbst in der Theorie der Hygrometrie zeigen, dass ein absorbirendes Mittel, so stark es auch immer sey, einen Körper niemals aller seiner Feuchtigkeit

berauben könne. Ich will daher mit diesen Redensarten nur die grösste Trockenheit anzeigen, welche man mittelst der Salze erhalten kann, und diejenige, welche ich dadurch hervorgebracht habe, ist wirklich die grösste, die man jemals zu Wege gebracht, oder bis hieher bemerket hat.

§ 32.

Eben dergleichen Versuche für die äusserste Feuchtigkeit angestellet.

Nachdem mich diese Untersuchungen mit der Austrocknung auf allerley Erfahrungen über die pyrometrischen Veränderungen des Haares im völlig trocknen Zustande geleitet hatten, so hätte ich gewünschet, eben dergleichen mit dem Haare, im Zustande seiner grössten Feuchtigkeit, nochmals anzustellen. Ich fand aber hiebey grosse Hindernisse. Dieses zu bewerkstelligen, [**43**] müsste man das Hygrometer in einem Gefässe voller Dünste halten, und es alsdenn der Wirkung von Wärme und Kälte nach und nach aussetzen. Wenn man nun zuförderst dies Gefäss erwärmt, so ist es sehr schwer, wo nicht unmöglich, die Dünste darinnen völlig zu erhalten, und wenn diese nur ein wenig abnehmen, so bringt die Wärme augenblicklich das Hygrometer zur Trockenheit, und machet die Erfahrung fehlerhaft. Ferner, wenn man dieses Gefäss kalt werden lässt, so setzet sich an das Hygrometer eine Menge Wasserdünste, welche die Bewegungen der Nadel befördern, und wegen des Gewichts, womit sie selbige drücken, ihren Stand unsicher machen.

Ich habe diese nämlichen Proben noch auf andere Art angestellet, und das Haar im Wasser von unterschiedlichen Graden der Wärme eingetauchet. Dieses Unternehmen lässt sich mit meinen grossen Hygrometern (Tab. I. Fig. I.) sehr bequem ins Werk richten. Man darf nur das Silberblättchen, welches um die Welle geht, bis unter die Scheibe verlängern, alsdenn kann man den Fuss des Instruments, und das ganze Haar ins Wasser lassen, ohne die Welle und die Scheibe nass zu machen. Aber auch hier ist mir ein neues Hinderniss vorgekommen. Das Wasser, indem es das Haar umgiebt, selbiges nass machet, und hineindringt, geht, so zu reden, in dessen körperliche Substanz über, hält es durch seine Dichtigkeit auf, und hindert dessen Bewegungen solchergestalt, dass die Nadel am Hygrometer, innerhalb einem Raume von zehn bis zwölf

Graden des Hygrometers, ganz gleichgültig bleibt, und wo man sie hinstellet, fest stehen bleibt, folglich kann man bey den Versuchen, innerhalb diesem Raume von Graden, keine Genauigkeit haben.

[44] Man kömmt natürlicher Weise auf den Gedanken, das mit Wasser gesättigte Haar müsse beynahe eben so grosse pyrometrische Veränderungen leiden, als wenn es der Feuchtigkeit vollkommen beraubet ist. Inzwischen muss ich doch, wie bereits oben § 18 versichern, dass die stärkere oder geringere Hitze des Gefässes, in welchem man den Punct der äussersten Feuchtigkeit eines Haarhygrometers bestimmt, den Ort dieses Punctes nicht merklich verändert.

Sechstes Hauptstück.

Gradtheilung des Hygrometers.

§ 33.

Scale von hundert Graden.

Nachdem wir die Puncte der äussersten Feuchtigkeit und Trockenheit bestimmet haben, so müssen wir ihren Zwischenraum in eine beständige Anzahl gleicher Theile eintheilen, um zu einstimmigen Graden der Feuchtigkeit und Trockenheit zu gelangen. Ich habe die Zahl von hundert angenommen, weil ich glaube, man müsse bey willkührlichen Eintheilungen so viel möglich, die Potenzen von zehn, der leichten Rechnungen wegen, gebrauchen.

Ich setze die Null auf den Punct der Trockenheit, und Hundert auf den der äussersten Feuchtigkeit. Wenn daher die Nadel sich der Zahl Hundert nähert, oder sie noch wohl überschreitet, so zeiget sie das Wachsthum der Feuchtigkeit an.

Ich bin hierinnen von der Einrichtung der meisten andern Hygrometer abgegangen, wo die zunehmenden [45] Grade die Vermehrung der Trockenheit anzeigen. Ich liebe zwar nicht die Neuerungen bey willkührlichen Zeichen; aber ich glaube, hier der allgemeinen und vernünftigen Uebereinkunft folgen zu müssen, nach welcher man durch wachsende Zahlen das Wachsthum einer wirklichen Substanz andeuten soll. Nun ist das

in der Luft schwebende, oder in den Zwischenräumen des Haares enthaltene, Wasser eine positive Substanz, da hergegen die Trockenheit eine blosse Beraubung der Feuchtigkeit, und daher nur eine negative Grösse ist. Ueberdem giebt es auch der Name des Werkzeuges, dass es die Feuchtigkeit, nicht aber die Trockenheit messen soll. Der Grund, warum man die Zunahme der Trockenheit durch zunehmende Zahlen bestimmet hat, ist meines Bedünkens dieser: weil das Barometer und Thermometer gewöhnlichermassen bey schönem Wetter steigen, so hat man bey den nämlichen Umständen auch dem Hygrometer die nämliche Bewegung machen lassen. Allein dieser Grund ist nicht so erheblich, als der von mir angegebene, und zwar um so viel mehr, weil sich das Barometer und Thermometer ebenfalls nach der von mir angezeigten Analogie richten; nämlich ihre zunehmende Grade zeigen das Wachsthum zwoer positiven Substanzen, der Luft und des Feuers, an.

§ 34.

Verschiedene Arten, die Grade zu bemerken.

Wenn man nun die Puncte der äussersten Feuchtigkeit und Trockenheit angemerket hat, so muss man die Null auf den Punct der Trockenheit, und die Hundert auf den Punct der Feuchtigkeit setzen, und den Kreisbogen zwischen diesen Puncten in hundert [**46**] gleiche Theile eintheilen. Dieweil sich aber diese Eintheilung auf der Scheibe, so lange sie am Hygrometer feste sitzt, unmöglich anbringen lässt, ohne dem Haare Gewalt anzuthun, so muss die Scheibe ans Gestelle durch eine Schraube angebracht seyn, dass man sie, ohne das Haar in Unordnung zu bringen, abnehmen kann, und man muss darauf nicht eher die Eintheilung veranstalten, bevor man nicht die äussersten Puncte der Feuchtigkeit und Trockenheit genau bestimmt hat. Dieweil man gleichwohl ein gewisses Zeichen nöthig hat, woran man die Puncte dieser äussersten Gränzen auf der Scheibe erkennen kann, so muss man auf der Oberfläche der Scheibe, ehe man sie poliret, einige Eintheilungen mit einem Grabstichel machen, die Scheibe alsdann am Hygrometer befestigen, und auf die angezeigte Weise die äussersten Gränzen der Feuchtigkeit und Trockenheit bemerken, und sie sich nach dieser ungefähren Eintheilung anzeichnen. Man nimmt alsdenn die Scheibe vom Hygrometer ab, bemer-

ket mit einem scharfen Stich die äussersten Puncte, poliret alsdenn die Scheibe, und gräbt darauf die Eintheilungen, wie sie bleiben sollen, welches hundert Theile von dem Raume zwischen den beyden äussersten Puncten sind. Man befestiget zuletzt die Scheibe auf immer am Hygrometer. Wenn man nun dasselbe eine kleine Weile in die Dünste bringt, so wird sichs bald zeigen, ob man den Punct der Feuchtigkeit recht getroffen, und ob das Haar während der Operation nichts gelitten habe.

Da ich die Haare bey meinen Hygrometern oft veränderte, und die vielfachen und zum Theil gewaltsamen Proben, die ich mit ihnen anstellete, die Haare noch öfterer zum Gebrauche untüchtig machten, so würde mir es sehr beschwerlich gewesen seyn, für jedes [47] Haar neue Eintheilungen zu stechen. Ich behalte daher allezeit einerley Scheibe, wie sie Fig. 2 in hundert Grade des Kreises eingetheilet ist, dessen Halbmesser die Zeigerlänge ausmachet; und nachdem ich von diesen Graden mir diejenigen angemerket habe, auf welche die Puncte der äussersten Trockenheit und Feuchtigkeit fallen, so verfertige ich mir eine Tabelle, woraus ich ersehen kann, mit welchem Grade auf dem beständigen Bogen, der Grad nach der Eintheilung in hundert Theile übereinstimme. Wenn ich z. E. bemerket habe, der Punct der äussersten Trockenheit falle auf den zehnten, und der äussersten Feuchtigkeit auf den fünf und achtzigsten Grad, so zeichne ich in meiner Tabelle an, dass der zehnte Grad auf dem Bogen mit der Null in der allgemeinen Eintheilung, und der fünf und achtzigste mit der Hundert übereinkomme; und wenn ich hundert durch fünf und siebenzig Theile dividire, so sehe ich, dass jeder Grad am Bogen ein und ein drittel Grad nach der Eintheilung in hundert Theile halte, und dass also der dreyzehnte auf dem Bogen, dem vierten in der allgemeinen Eintheilung, der sechzehnte dem achten, der neunzehnte dem zwölften u. s. w. zukomme.

Die grossen Hygrometer mit der Welle, Fig. 1. können auch nach der ersten Art eingetheilet seyn, wenn man die Scheibe zum Abnehmen machet, und man in den Raum, den die Nadel durchgeht, die Viertel oder die Fünftel Grade von der Theilung in hundert Theile einträgt. Man kann auch, wie ich es mache, jederzeit einerley Scheibe, in hundert sechzig Grade getheilet, beybehalten, und nur eine Tabelle haben, welche anzeiget, mit welchem Grade, und mit welchem Theile vom Grade, nach der Eintheilung in hundert Theile, die Grade auf dergleichen beständigen Scheibe übereinkommen.

[48] § 35.

Gradeintheilung durchs Vergleichen.

Hat man einmal ein gut verfertigtes Hygrometer, so lassen sich darnach die Gradleitern der andern durch Vergleichung gar leicht verfertigen. Da der Punct der äussersten Feuchtigkeit ohne sonderliche Veranstaltung leicht zu bestimmen ist, indem das Haar, nachdem es ans Hygrometer angebracht ist, nur eine Weile in der mit Dünsten gesättigten Luft bleiben darf, um sich darinne so viel möglich auszudehnen, so muss man diesen Punct allemal unmittelbar bestimmen; aber den Punct der Trockenheit, der weit mehr sorgfältige Veranstaltung erfordert, kann man durch Vergleichung erhalten.

Man muss zu dem Ende eine Zeit, oder einen Ort wählen, wo die Luft so trocken als möglich ist; denn der Irrthum, welchen man in der Vergleichung begehen könnte, wird um so viel weniger zu bedeuten haben, je näher die Werkzeuge demjenigen Puncte sind, welchen man zu erhalten suchet. Das Hygrometer, dessen Grade man bestimmen will, muss man demjenigen, welches schon seine Grade hat, dicht an die Seite, unter eine Glas-Glocke setzen, und der äusseren Luft den Zugang durch Quecksilber oder weiches Wachs verwehren. Man lässt sie alsdenn einige Stunden lang in einerley Wärme stehen, bis man an beyden keine Veränderung weiter wahrnimmt. Dieser gemeinschaftliche Punct wird in beyden Instrumenten genau angemerket, und er ist hinlänglich, alle übrigen durch die einfachen Verhältnisse zu einander zu bestimmen.

Man hat auch nicht einmal nöthig, die Hygrometer unter eine Glocke zu bringen, sondern man kann sie frey in die Luft, oder in die Sonne neben [49] einander stellen, wenn es nur zu einer Zeit geschieht, da das Hygrometer beynahe stille steht, weil sonst bey schnellen Veränderungen, und wenn eines beweglicher als das andere ist, sie in einerley Augenblick nicht einstimmige Puncte ihrer Gradleiter anzeigen würden.

§ 36.

Vorsicht, die hierbey nöthig ist.

Um hierbey sicher zu gehen, so muss man die beyden Hygrometer zuerst an einen höchst feuchten Ort, und sie von hier nachgehends in trockne Luft bringen; während der Zeit, da sie sich in der feuchten Luft befinden, nehmen sie beyde eine gleiche Beweglichkeit an, und dadurch entsteht eine völlige

Gleichheit von Wirkungen in ihnen, wenn sie wiederum in die trockne Luft kommen.

§ 37.
Grund zu dieser Vorsicht.

Denn es ist ein gemeiner Fehler an den meisten Hygrometern, dass sie etwas von ihrer Empfindlichkeit verlieren, wenn sie sehr lange in recht trockner Luft bleiben. Es scheint, als wenn ihre nah an einander gekommene Theilchen durch die Abwesenheit des Wassers, wodurch sie getrennet wurden, sich mit mehr Stärke vereinigen, und einen Zusammenhang gewinnen, welcher sie etwas hindert, die Wassertheilchen einzulassen, oder auch auszulassen. Wenn aber das Haar eine viertel oder halbe Stunde in sehr feuchter Luft erhalten wird, so ist das hinlänglich, dass es den Zusammenhang verliere, und alle seine Beweglichkeit wieder erlange.

[**50**] Diese Vorsicht ist hauptsächlich nöthig, wenn das Haar kurz zuvor den Punct der grössesten Trockenheit erlangt hat; alsdenn muss man es nicht zu Beobachtungen gebrauchen, sondern so lange in einer von Dünsten gesättigten Luft stehen lassen, bis es wieder auf den Punct der höchsten Feuchtigkeit gekommen ist.

§ 38.
Uebereinstimmung unter den Haarhygrometern.

Hygrometer von Haaren, nach diesen Grundsätzen sorgfältig zubereitet, haben beynahe einerley einförmigen Gang. Ich habe sie selten mehr als zwey oder drey Grade, nach der Eintheilung von hundert Theilchen, von einander abweichen gesehen; ja, ich habe welche verfertiget, wo die Verschiedenheit nicht einmal einen Grad betrug, selbst alsdenn, wenn man sie aus höchst feuchter Luft in eine höchst trockene, und umgekehrt, brachte. Mir ist auch kein Hygrometer bekannt, von welchem man sich eine grössere Genauigkeit versprechen könnte: und in der That ist auch keines vorhanden, bey welchem sich eine regelmässige Gradtheilung anbringen liesse, und welches dergleichen schnelle Veränderungen annähme. Wir wollen aber sehen, was das Instrument wirklich thut, und dazu dienen die Erfahrungen im folgenden Versuche, nach welchem man erst vom Werthe desselben wird urtheilen können.

[51] Zweyter Versuch.

Theorie der Hygrometrie.

Erstes Hauptstück.

Allgemeine Grundsätze dieser Theorie.

§ 39.

Erklärungen. Entwurf dieses Versuches.

Man versteht gemeiniglich durch Feuchtigkeit die Beschaffenheit eines Körpers, andere anliegende Körper nass zu machen, oder ihnen einen Theil des enthaltenen Wassers mitzutheilen. Die Hygrometrie würde daher überhaupt die Wissenschaft seyn, diese Eigenschaft in einem jeden Körper auszumessen. Aber ich nehme hier das Wort nicht in einer so weitläuftigen Bedeutung, ich schränke mich blos auf die Feuchtigkeit der Luft und der Körper ein, wodurch selbige erkannt wird. Die Luft nimmt die Feuchtigkeit auf, sie kann Wasser in sich ziehen, selbiges wiederum fahren lassen, und die Körper, welche sie berühret, nass machen. Diese Eigenschaft der Luft, das in ihr enthaltene Wasser auszulassen, scheint dem ersten Anblicke nach von der Menge dieses Wassers herzukommen; sie kann aber schlechterdings verschiedene [52] Ursachen zum Grunde haben. Denn eine dem Ansehen nach trockne Luft wird durch die blosse Abkühlung feuchte; sie wird es auch durch ihre Verdichtung, und sie würde es auch alsdenn werden, wenn sie auf Dünste stiesse, mit denen sie mehr Verwandtschaft, als mit den Wasserdämpfen hätte.

Es ist daher nicht genug, Werkzeuge zu haben, die uns lehren, dass die Luft feucht sey, indem diese Beschaffenheit von ganz unterschiedenen Ursachen herrühren kann. Man muss vielmehr im Stande seyn, die Ursachen ihrer Feuchtigkeit zu

entwickeln; und in dem Falle, wo sie insgesammt zugleich wirken, jeglicher Ursache die ihr zugehörige Wirkung anzugeben. Die Kenntniss dieser Ursachen, und das Maass ihrer Wirkungen, sind demnach der Gegenstand der Hygrometrie, und dies ist auch der Endzweck, den ich mir in diesem Versuche vorgesetzet habe.

Um hierbey nach der Ordnung zu verfahren, so werde ich zuförderst eine kurze Prüfung der unterschiedlichen Methoden anstellen, welche die Menge des Wassers in der Luft abzumessen dienlich sind, und ich werde zugleich die allgemeine Theorie der Verhältnisse erklären, die sich zwischen dem Wasser und der Luft, imgleichen zwischen andern wasserhaltigen Körpern vorfinden. Nachher werde ich den Gang des Haarhygrometers untersuchen, und mittelst Erfahrung herausbringen, wie die Anzeigen dieses Werkzeuges durch die mancherley wirkenden Mittel verändert werden, die auf unsere Luft irgend Einfluss haben; imgleichen, wie dieses Werkzeug dazu dienen könne, die wahre und absolute Quantität des in der Luft enthaltenen Wassers herauszubringen.

[53] § 39a.

Verschiedene Arten, die Feuchtigkeit der Luft zu messen.

Die unterschiedlichen, bisher bekannten Methoden, die Feuchtigkeit der Luft zu messen, sind etwa die drey folgenden:

I. Man lässt das Wasser in der Luft von Körpern einsaugen, die dazu geschickt sind, und schätzet die Menge des eingesogenen Wassers aus den Veränderungen, die sich bey diesen Körpern im Gewichte, in der Ausdehnung, in der Figur, oder in einer andern Eigenschaft ereignet haben.

II. Mittelst dieser Methode, welches die erste umgekehrt ist, wird entweder etwas Wasser, oder ein damit erfüllter Körper in die Luft gesetzet, die man untersuchen will. Die Feuchtigkeit dieser Luft wird alsdenn nach dem Maasse geschätzet, wie sie von diesem Wasser mehr oder weniger, oder wie sie es langsamer und geschwinder in sich schlucket.

III. Man verdichtet die Dünste in der Luft mittelst der Kälte, und schätzet ihre Feuchtigkeit, entweder nach der absoluten Quantität des verdichteten Wassers, oder nach dem Grad der Kälte, der für den Anfang einer sichtlichen Verdichtung erforderlich ist.

§ 40.

Theorie der Hygrometer von der ersten Klasse.

Wir wollen nun die allgemeinen Grundsätze durchgehen, worauf die Theorie der Hygrometer von der ersten Klasse beruhet.

1. Das Wasser, es sey im ganzen, oder in Dünste aufgelöset, hat ein Bestreben in gewisse Körper [**54**] zu dringen, oder sich mit ihnen durch eine Verwandtschaft zu vereinigen, welche der sogenannten chemischen ähnlich ist.

2. Dieses Bestreben ist in unterschiedlichen Körpern, nachdem sie mehr oder weniger Verwandtschaft mit dem Wasser haben, sehr verschieden.

3. Endlich ist dieses Bestreben in eben demselben Körper um so viel stärker, so viel trockner der Körper ist; wenn anders dessen Austrocknung nur nicht seine Natur verändert hat.

§ 41.

Verwandtschaft des Wassers mit den Körpern, welche selbiges verschlucken.

Wenn das Weinsteinsalz, oder die concentrirte Vitriolsäure die unmerklichen Dünste in der Luft an sich ziehen, so zweifelt niemand, dass dieses vermittelst der chemischen Verwandtschaft geschehe, welche diese Salzmaterien mit dem Wasser haben. Aber nicht ein jeder sieht es sogleich ein, wenn diese Dünste in die Darmsaite, oder in das Haar des Hygrometers eindringen, dass dieses mittelst einer eigentlich so genannten Verwandtschaft des Wassers, oder des Dunstes mit diesen verschiedenen Körpern geschehe. Man ist vielmehr geneigt, die Feuchtigkeit, welche diese Körper annehmen, als solche anzusehen, welche von der Luft niedergesetzet, oder blos ausgelassen wäre, wenn sie damit gesättiget ist, und ferner nicht mehr davon einnehmen kann.

Allein die Freunde dieser Meynung werden vermuthlich davon abstehen, wenn sie betrachten, dass die Darmsaiten, die Haare, und alle dergleichen Materien, Dünste aus der Luft auch alsdenn einnehmen, [**55**] wenn die Luft ihrer noch nicht so viel als sie wirklich verschlucken kann, in sich hat. Bisweilen lenken sich die Hygrometer, die aus diesen Körpern

bestehen, zum Feuchten, wenn man übrigens das Wetter für ganz trocken hält, bey welchem die Ausdünstung in freyer Luft, annoch stark vor sich geht, und wo folglich diese Luft, anstatt das in ihr enthaltene Wasser fahren zu lassen, im Gegentheil neues zu verschlucken geschickt ist.

Wie können daher die Hygrometer in diesem Falle Zeichen der Feuchtigkeit geben? Warum lässt die Luft, wenn sie annoch fähig ist, Wasser einzunehmen, solches andere Körper einziehen, und sauget nicht vielmehr selbst das Wasser ein, welches diese Körper enthalten? Dies kömmt daher, weil diese Körper, indem sie trockner als die Luft sind, mit ihr weniger Verwandtschaft als mit dem Wasser haben. Wir wollen aber diese Theorie noch etwas mehr aus einander setzen.

§ 42.

Diese Verwandtschaft ist in allen Körpern nicht einerley.

Ich sage anfänglich, dass die unterschiedlichen Körper eine verschiedene Geschicklichkeit haben, Dünste aus der Luft in sich zu ziehen, und zwar im Verhältnisse ihrer Verwandtschaft mit diesen Dünsten, oder mit dem Wasser, woraus diese entstanden sind.

Setzet in einerley Luft gleiche Quantitäten von Weinsteinsalz, von ungelöschtem Kalke, von Holz, von Leinwand, u. s. w. lasset diese Körper, so viel möglich, vollkommen ausgetrocknet seyn: einige derselben werden das Wasser einziehen, und am Gewichte [56] zunehmen, aber in sehr ungleicher Quantität; das Salz mehr als der Kalk, dieser mehr als das Holz, andere Körper gar nichts.

Diese Verschiedenheiten können nun von nichts anderm herkommen, als von den unterschiedlichen Graden der Verwandtschaft dieser Körper mit dem Wasser; denn sie kommen weder auf die Gestalt, noch auf den Raum dieser Körper, noch auf die Art ihrer Zusammensetzung an, weil einige bereits feuchte Körper, wie die Vitriolsäure, das Wasser der Luft mit der grössten Stärke einziehen. Dass aber dieses Verschlucken der Dünste von einer Verwandtschaft herkomme, wird auch noch dadurch bewiesen, dass die Vereinigung der verdichteten Dünste mit diesen Körpern in der That von einer chemischen Verwandtschaft herkömmt. Das Wasser ist bey diesen Körpern in einem Zustande der Verbindung, und kann ihnen durch

kein mechanisches Mittel entzogen werden, so innig ist es mit ihren Grundstoffen vereiniget; blos die chemischen Mittel können es von selbigen trennen, indem ihm dadurch andere Verbindungen dargeboten werden, gegen welche es mit einer stärkern Verwandtschaft strebet.

§ 43.

Sie nimmt bey einerley Körper im Verhältnisse seiner Trockenheit zu.

Weiter sage ich, dass die Verwandtschaft dieser Körper mit dem Wasser, bey sonst gleichen Umständen, so viel grösser ist, so viel weniger sie davon enthalten, und so viel stärker sie, so zu reden, sind durstig gemachet worden.

Das fixe vollkommen ausgetrocknete Alkali zieht die Feuchtigkeit der Luft mit ausserordentlicher Stärke [**57**] an sich. Wenn man es auf eine Wagschale leget, so wird sein Gewicht merklich zunehmen. Nach dem Maasse aber, wie es die Dünste einschlucket, wird sein Durst, oder seine anziehende Kraft verringert, und zuletzt nimmt seine Schwere nur sehr unmerklich zu.

Eben so verhält es sich mit den übrigen chemischen Auflösungsmitteln; anfänglich wirken sie mit der grössten Geschwindigkeit und Stärke, und ihre Thätigkeit nimmt in dem Maasse ab, womit sie sich dem Puncte der Sättigung nähern. Inzwischen hat die Verwandtschaft zwischen den Dünsten, und den sie einziehenden Körpern, oder wenn ich so reden darf, die hygrometrische Verwandtschaft, dies besondere, dass nicht nur ihre Thätigkeit, sondern selbst der Grad ihrer Verwandtschaft um so viel mehr abnimmt, um so viel näher sie der Sättigung kommen. Selbst wenn ein Körper nur sehr geringe Verwandtschaft mit dem Wasser hat, kann dieser Mangel der Verwandtschaft durch einen höhern Grad der Trockenheit ersetzet werden, und umgekehrt derjenige Körper, der die meiste Verwandtschaft hat, kann demjenigen, welcher die wenigste hat, gleich kommen, wenn er sich weit mehr dem Puncte der Sättigung, als dieser nähert.

§ 44.

Versuch, welcher dies erweist.

Man wird im fünften Hauptstücke dieses Versuches den Thatbeweis von dieser Wahrheit finden. Ich verschliesse eine

oder zwo Unzen fixes sehr ätzendes, äusserst trocknes Laugensalz in eine Kugel von vier Cubickfuss Raum, worinnen eine mässig, doch gar nicht überflüssig feuchte Luft enthalten ist. Dieses [58] Salz verschluckt dem Gewichte nach vier und zwanzig oder fünf und zwanzig Grane Wasser, die es aus diesen vier Cubickfuss Luft herauszieht. Dadurch hat das Salz etwas von seiner anziehenden Kraft verlohren; die hergegen von der Luft ist durch den Verlust dieser vier und zwanzig Grane Wasser dergestalt vermehret, dass, ob sie gleich noch welches in sich hat, das Salz ihr doch nichts mehr entziehen kann; weil die Luft das Wasser mit eben der Kraft an sich hält, mit welcher es das Salz in sich zu ziehen strebet. Dabey ist das Salz nicht gesättiget, auch nicht einmal nahe daran; denn in einer feuchten und neu hinzukommenden Luft, würde es wenigstens noch zwey hundert mal so viel in sich ziehen; aber so hat diese Quantität, so geringe sie auch ist, dessen absorbirende Kraft vermindert. In der That, wenn man in eben diese Kugel zwo neue Unzen von diesem vollkommen ausgetrockneten Salze hineinthut, so werden sie der mit ihnen verschlossenen Luft annoch einige Theile der Feuchtigkeit entziehen, u. s. w. bis die äusserste Austrocknung die anziehende Kraft der Luft mit der des fixen Alkali ins Gleichgewicht gebracht hat.

§ 45.

Hygrometrische Verwandtschaft, welche in dieser Absicht von der chemischen Verwandtschaft unterschieden ist.

Diese Art Verwandtschaft geht demnach hierinnen von andern chemischen Verwandtschaften ab, deren Natur oder Grad sich beym Annähern zur Sättigung nicht verändert. Denn, wenn mehrere Auflösungsmittel, die zu einem gewissen Körper ungleiche Verwandtschaften haben, auf diesen Körper insgesammt [59] mit einmal wirken können, so wird das stärkste den Körper zuerst angreifen; und ob es gleich der Sättigung immer näher kömmt, so wird doch dadurch das Uebergewicht seiner Kräfte über die Kräfte der andern Auflösungsmittel nicht verringert werden; es lässt den andern Auflösungsmitteln nichts aufzulösen übrig, ehe es nicht selbst vollkommen gesättiget ist, und wenn diese in den ersten Augenblicken einige Theile des aufzulösenden Körpers in sich gezogen, so wird es ihnen

selbige wiederum entziehen, bis es völlig gesättiget worden. Wenn man zum Beyspiele nach und nach etwas Kreide in das Gemische von Vitriolsäure, von der Salpetersäure und dem Weinessige hineinwirft, so muss das Vitriolöl erst völlig von Kreide gesättiget seyn, bevor die Salpetersäure und der Weinessig, auch nur das geringste Stäubchen davon in sich nehmen können. Darauf wird die Salpetersäure gesättiget, nach dessen Sättigung zuletzt der Weinessig etwas von der Kreide aufnimmt.

§ 46.

Vertheilung der Feuchtigkeit unter verschiedene Körper.

Im Gegentheil, wenn in einem gegebenen Raume keine hinlängliche Menge von Wasser oder von Dünsten vorhanden ist, dass alle darinne befindlichen Körper von Feuchtigkeit gesättiget werden können, so wird keiner derselben vollkommen gesättiget; jeder derselben wird nur ein weniges haben, das Wasser wird sich unter sie theilen, zwar freylich nicht zu gleichen Theilen, sondern im Verhältnisse des Verwandtschaftsgrades, den jeglicher dieser Körper mit demselben hat. Diejenigen, welche das Wasser am stärksten [60] anziehen, werden davon so viel aufnehmen, dass hierdurch ihre anziehende Kraft so weit vermindert werde, bis sie mit denjenigen ins Gleichgewicht kömmt, deren Anziehung geringer ist, und so werden sich ihre Kräfte einander die Wage halten.

Diese Vertheilung geschieht mittelst der Luft; sie nimmt denjenigen etwas, die davon zu viel haben, und giebt es denen, welchen es mangelt, und sie selbst behält davon einen solchen Theil, der ihr nach dem Verwandtschaftsgrade mit dem Wasser zukömmt. [4])

Wenn zur Zeit dieses völlig entstandenen Gleichgewichts mit einmal neue Dünste in die Luft treten, deren Menge weder die Luft, noch die in ihr vorhandenen Körper zugleich zu sättigen im Stande ist, so werden diese Körper der Luft nicht verstatten, alle diese Dünste für sich allein zu behalten. Sie muss ihnen, so zu reden, davon ihren Theil abgeben, und alsdenn wird das Hygrometer, welches irgend in diesem Raume aufgestellet ist, Feuchtigkeit aufnehmen, wenn gleich die Luft noch nicht voll davon ist. Eine neue Parthie von Dünsten wird sich auf die beschriebene Art vertheilen, und so ferner, bis alle diese Körper vollkommen gesättiget sind. Endlich,

wenn nach ihrer Sättigung immer fort neue Dünste in diesen Raum gelassen werden, so wird das überflüssige Wasser sich an ihre Oberfläche anlegen, sie feuchte machen, und wenn es gleich von dieser Oberfläche durch einen Zusammenhang, der vielleicht zu den chemischen Verwandtschaften gehöret, zurückgehalten wird, so könnte es doch davon durch blos mechanische Mittel abgetrocknet oder abgesondert werden.

Man bringe sodann in diesen Raum eine neue Substanz, welche das Wasser noch begieriger, als [61] die im Raume eingeschlossenen Körper anzieht, so wird diese Substanz anfangen, sich des überflüssigen Wassers zu bemächtigen, welches die Oberfläche dieser Körper feuchte machet, ohne eben mit ihren Elementen verbunden zu seyn. Nachher, wenn dies Wasser zu ihrer Sättigung nicht hinreichet, so wird sie es denen, mit ihr zugleich eingeschlossenen Körpern so lange entziehen, bis ihr Durst oder Einziehungstrieb vermindert, der Körper ihrer hergegen vermehret, beyde folglich unter einander gleich geworden, und sie alle ein gleiches Bestreben zur Vereinigung mit dem Wasser erlanget haben.

Gleichergestalt, wenn die Wärme oder eine andere Ursache das Bestreben eines dieser Körper, sich mit dem Wasser zu vereinigen, vermehrte, ohne dabey das Bestreben der andern verhältnissmässig zu vermehren, so würde derselbe annoch einen Theil des in den übrigen befindlichen Wassers an sich reissen, dass dadurch seine anziehende Kraft mit der der andern ins Gleichgewicht käme.

§ 47.

Gränzen der Austrocknung.

Daraus folget, wie ich schon § 31. gezeiget habe, dass die absorbirenden Salze weder der Luft, noch einem andern Körper alle seine Feuchtigkeit benehmen könne. Denn, so gross auch immer die Verwandtschaft dieser Salze mit dem Wasser seyn mag, so vermindert sich doch, wenn sie die andern Körper ihres Wassers bis auf einen gewissen Punct beraubet haben, ihre anziehende Kraft, und nimmt hergegen bey den Körpern, die ihrer Feuchtigkeit beraubet worden, in dem nämlichen Verhältnisse zu. Daraus erfolget ein Gleichgewicht, vermöge dessen [62] die am wenigsten absorbirenden Körper jederzeit einen Theil ihrer Feuchtigkeit behalten. Wenn man sich aber

sehr absorbirender Salze bedienet, die noch dazu äusserst ausgetrocknet sind, sie in grossen Dosen nimmt, und sie noch überdies, wenn durchs eingezogene Wasser ihre Kraft vermindert worden, öfters erneuert, so kann man das Austrocknen so weit treiben, als man immer will, wenigstens so weit, dass man die etwan zurückbleibende Feuchtigkeit, ohne sonderlichen Irrthum, bey Seite setzen darf.

§ 48.

Allgemeine Folgerung aus der Theorie der Hygrometer erster Klasse.

Es giebt daher gewisse bestimmte Verhältnisse unter den Stufen der Verwandtschaft, welche die verschiedenen absorbirenden Körper mit dem Wasser oder mit den Dünsten haben. Und auf diese Verhältnisse gründet sich die Hygrometrie, wenigstens diejenige, wo man sich der Hygrometer von der ersten Klasse bedienet, davon wir bisber geredet haben.

Ein Hygrometer mit der Darmsaite z. E. zeiget, eigentlich zu reden, nur den Zustand der Saite an, wodurch der Zeiger in Bewegung gesetzet wird. Indem aber die anziehende Kraft der Saite und der Luft ein gewisses Verhältniss zu einander haben, so folget, dass der Zustand der Saite vom Zustande der Luft, worinn jene eingetauchet ist, nothwendig abhängt, und dass man solchergestalt aus dem Zustande der Saite den der Luft sicher herleiten könne. [5])

[63]

§ 49.

Was zur Vollkommenheit dieser Theorie noch rückständig ist.

Alle diejenigen, welche von den Hygrometern der ersten Klasse irgend Gebrauch gemachet, haben dieses Verhältniss stillschweigend angenommen. Aber niemand, so viel ich weis, hat annoch die Natur und die Gesetze dieser Verwandtschaft bestimmet; man hat auch noch nicht untersuchet, welches, bey einem gegebenem Hygrometer, die Veränderungen sind, welche die unterschiedlichen Modificationen der Luft, ihre Wärme, Dichtigkeit, Bewegung u. s. w. in diesem Verhältnisse hervorbringen; sogar hat man nur noch sehr unvollkommene und fehlerhafte Versuche angestellet, um herauszubringen, ob die

Veränderungen, welche die Feuchtigkeit der Luft am Hygrometer verursachet, zu der wirklichen Menge Wasser in der Luft ein richtiges Verhältniss haben. Und doch lässt sich eine Hygrometrie im eigentlichen Verstande nicht eher annehmen, als bis diese sämmtlichen Fragen aufgelöset sind*).

[64] § 50.

Zweyte Methode, die Feuchtigkeit der Luft zu messen.

Die erste Methode, die Feuchtigkeit der Luft zu messen, davon wir die allgemeinen Grundsätze bisher geprüfet haben, beurtheilet die Menge dieser Feuchtigkeit aus ihren Wirkungen auf die Körper, welche sie zu verschlucken geschickt sind. Sie urtheilet folglich von dieser Feuchtigkeit auf eine Art, die zwar nicht unmittelbar, doch gerade zu schliesst; da hergegen die zweyte Methode durch Umwege geht, und von der Feuchtigkeit der Luft aus ihrer grössern oder geringern Geschicklichkeit, eine neue Quantität Wasser aufzunehmen, urtheilet.

§ 51.

Grund, worauf sie beruhet.

Der Grund, worauf diese Methode beruhet, bestehet darinnen, dass die Luft einer Sättigung fähig ist: das heisst, wenn sie mit einer gewissen Quantität Wasser geschwängert ist, dass sie alsdenn nicht mehr davon aufnehmen kann.[6]) Daraus folget, wenn alles übrige sonst gleich ist, dass ihre wirkliche Feuchtigkeit sich umgekehrt verhält, wie die Menge Wasser, welche zu ihrer Sättigung nöthig ist.[7])

---

*) Ich will hier nicht die Wirkungen untersuchen, welche die Dünste von unterschiedlichen Körpern verursachen, in welche sie eindringen, als wenn sie feste Salze schmelzen, die Seile verkürzen, die animalischen Fibern verlängern u. s. w. Diese bekannten Dinge sind von andern Naturforschern schon erkläret worden, und wenn sich gleich noch vortreffliche Betrachtungen darüber anstellen liessen, so gehören sie doch eigentlich nicht zur Hygrometrie. Herr *Butini* hat am Ende seines schönen Werkes von der Magnesie, eine kleine Abhandlung von den chemischen Verwandtschaften beygefüget, worin er die Erscheinungen aus dem Eindringen des Wassers in die Körper, die wunderbare Ausdehnungskraft, welche die Körper durchs Eintreten des Wassers aus einander treibt, aufs genaueste und deutlichste darleget.

[65] § 52.

Diese Methode hat die Naturforscher oftmals zum Irrthume verleitet.

Dieser Grundsatz, den Herr *Le Roi* überaus geschickt aus einander gesetzet und bewiesen hat, scheint sehr leichte Mittel an die Hand zu geben, die Feuchtigkeit der Luft zu schätzen. Sie sind aber in der Anwendung nicht sicher genug, weil es schwer ist, den wirklichen Punct der Sättigung bey der Luft zu erkennen und anzugeben. Und da dieses diejenigen, welche dieser Mittel sich haben bedienen wollen, gänzlich aus den Augen gesetzet haben, so sind sie in ungeheure Irrthümer verfallen. Man hat z. E. eine bestimmte Menge Wasser unter ein genau verschlossenes Gefäss gesetzet; nach Verlauf einer gewissen Zeit hat man die Verminderung dieses Wassers gemessen, und geglaubet, die im Gefässe enthaltene Luft habe alles mangelnde in sich gezogen: ohne zu bedenken, dass dieses Wasser, selbst nach völliger Sättigung der Luft, mit Ausdünsten nicht aufhörte. Indem nämlich die Dünste an die Seiten des Gefässes anschlugen, so entstand eine wirkliche Destillation, wodurch in die Länge eine, so zu reden, unermessliche Quantität Wasser wäre verzehret worden.

Man kann sich demnach dieser Methode nicht bedienen, wenn man nicht vorläufig mit recht sichern Kennzeichen der Sättigung versehen ist; und man müsste auch, wie bey den Hygrometern der ersten Art geschehen, nachher noch bestimmen, was die Wärme, die Dichtigkeit, und die übrigen Veränderungen der Luft auf den Punct der Sättigung für Einfluss haben.

[66] § 53.

Grund der dritten Methode.

Die dritte Methode, nach welcher die Dünste in der Luft mittelst der Kälte bemerket werden, beruhet ebenfalls auf dem Grundsatze der Sättigung. Die Kälte bringt die Dünste dichte zusammen, und vermindert die auflösende Kraft der Luft.[8]) Daraus folget, dass eine Masse Luft, die mittelst ihrer Wärme eine bestimmte Menge Dünste aufgelöset erhielt, selbige sogleich fahren lässt, so bald ihr durch die Kälte die Kraft, sie aufzulösen, benommen wird. Man beurtheilet daher die Menge Dünste in dieser Luft, entweder aus der Menge Wasser,

welches unter einem bestimmten Grad von Kälte auf eine bestimmte Fläche niedergeschlagen worden, oder aus den Graden der Kälte, welche dergleichen Niederschlag zu veranlassen erforderlich ist.

§ 54.

Hygrometer der Akademie del Cimento.

Die Mitglieder der Akademie del Cimento, diese Hersteller der Experimental-Physik, bedienten sich des erstern von diesen Mitteln. Sie nahmen ein kegelförmiges Glas, hielten es beständig voll Schnee oder gestossenem Eise, und hiengen es mit der Spitze nach unten in die freye Luft. Die Dünste schlugen an die äussere Fläche des Glases, und fielen Tropfenweise von der Spitze desselben herunter. Das häufigere oder sparsamere Abtröpfeln zeigte ihnen den Grad der Feuchtigkeit in der Luft.

[67]

§ 55.

Hygrometer des Abts *Fontana.*

Der berühmte Abt *Fontana*, der die Absichten des grossen Prinzen und heutigen Grundlegers dieser Akademie*) in mancherley Betrachtungen auszuführen im Stande ist, hat aus eben diesem Grunde ein kleineres und dabey bequemeres Hygrometer zu verfertigen Anlass genommen.

Er nimmt eine sehr reine und gut polirte Glasscheibe, und merket sich genau ihr Gewicht. Diese lässt er auf einen gewissen Grad kalt werden, und stellet sie eine bestimmte Zeitlang an die Luft; die Vermehrung ihres Gewichts giebt ihm den Grad der Feuchtigkeit in der Luft. S. Saggio del real gabinetto di Firenze, p. 19.

---

*) Man spricht, dass dieser Prinz, dem die Wohlfahrt von Toscana sehr am Herzen liegt, Wissenschaften und Künste in diesem Lande, welches vor Zeiten die Mutter derselben gewesen, herzustellen und die Akademie del Cimento wiederum zu errichten gedenket. Ich selbst habe zu Florenz eine vortreffliche Sammlung von physikalischen Instrumenten gesehen, die der Abt *Fontana* unter seinen Augen arbeiten lassen, um sie zu den Versuchen, als der Hauptbeschäftigung dieser Akademie, mit der Zeit zu gebrauchen.

§ 56.

Hygrometer des Herrn *Le Roi.*

Herr *Le Roi* bediente sich zuletzt noch einfacherer Mittel. Man sollte nämlich ein Glas voll Wasser an die Luft setzen, mit der es gleiche Temperatur hätte. Man sollte dies Wasser, durch stufenweises [68] und allmähliches Zugiessen von eiskaltem Wasser, langsam kalt machen, und den Grad der Kälte anmerken, bey welchem sich an der Fläche des Glases der feine Thau, als ein Zeichen vom Anschlagen der Dünste, und folglich von der Uebersättigung der am Glase anliegenden Luft, ansetzete. Er hielt die Luft für so viel weniger feuchte, je grösser der Grad der Kälte seyn müsste, um dieses Anschlagen zu bewirken.

§ 57.

Unbequemlichkeiten der Hygrometer dieser Art.

Diese sinnliche Verfahrungsarten machen den Naturforschern, ihren Erfindern, Ehre, und können bisweilen sehr nützlich seyn. Wenn man aber betrachtet, dass man sich ihrer in verschlossenen Gefässen nicht bedienen, sie auch alsdenn nicht zur Hand nehmen kann, wenn die Luft unterm Frostpuncte kalt, oder wenn sie äusserst trocken ist, und dass ausserdem die geringste Fettigkeit, oder andere schwer zu vermeidende Hindernisse das Anschlagen der Dünste unordentlich, und den Erfolg*) ungewiss machen können; [69] so wird man leicht einräumen, dass jegliches dieser angeführten Mittel schwerlich die Stelle eines allgemeinen Hygrometers vertreten könne.

Dies sind demnach die Hygrometer der ersten und zweyten

*) Das Verfahren des Herrn *Le Roi* habe ich oftmals nachgemachet, nur mit dem Unterschiede, dass ich mich, um das Wasser im Glase zu erkälten, statt des eiskalten Wassers, welches an sich schwer auf Reisen fortzubringen ist, des pulverisirten Salmiaks bedienet habe. Dieses warf ich nach und nach ins Wasser, und es brachte, wenn die Luft nicht sehr trocken war, eine hinlängliche Kälte zu wege, wodurch sich Dünste ans Glas anlegten. Wie ich aber den Versuch vielmals wiederhohlte, fand ich doch nicht, dass sich dieser Thau gerade bey eben demselben Grade der Kälte anlegte, wenn gleich die Luft während der Zeit keine merkliche Veränderung gelitten hatte.

Klasse, davon man sich, beym Abmessen der Luftfeuchtigkeit, noch das meiste zu versprechen hat. Man muss inzwischen kein Mittel vernachlässigen, welches uns die Natur und Kunst darbietet, um zur Erkenntniss der Wahrheit zu gelangen. Man muss sie vielmehr mit einander verbinden, ihre Verhältnisse gegen einander stellen und, so zu reden, eines durch das andere berichtigen. Ein Naturforscher also, der in einem besondern Falle den Grad der Feuchtigkeit in der Luft aufs allergenaueste wissen will, kann in diese Luft etliche von den eigentlichen Hygrometern, mit der Darmseite, mit der Feder, oder mit dem Haare, eintauchen, und ihre Anzeigen zu Rathe ziehen. Er kann auch etliche absorbirende Salze in einen gegebenen Raum von dieser Luft einschliessen, und die Menge Wasser erforschen, welche diese Salze daraus in sich ziehen. Er kann auch, nach einer umgekehrten Methode, untersuchen, wie gross die Menge Wasser ist, welches eine gegebene Masse der nämlichen Luft aufzulösen im Stande ist. 9) Zuletzt kann er noch den Grad der Kälte bestimmen, bey welchem diese Luft das in ihr enthaltene Wasser abzusetzen anfängt, oder was für eine Quantität von diesem Wasser sie bey einem bestimmten Grad von Kälte fahren lässt. Wir werden in der Folge dieses Werkes verschiedene Beyspiele bekommen, wie diese unterschiedliche Methoden geschickt zu verbinden sind. 10)

---

[70] Zweytes Hauptstück.

Prüfung der Haarhygrometer.

§ 58.

Nothwendigkeit dieser Prüfung.

Der Astronom machet damit den Anfang, die Werkzeuge, deren er sich in der Folge bey seinen Beobachtungen bedienen will, zu berichtigen. Wir wollen gleichfalls anfangen, die Hygrometer zu prüfen, deren wir uns bey den Hauptversuchen der Hygrometrie bedienen werden; und zugleich nach diesen

Prüfungen den Grad des Zutrauens bestimmen, den wir in das Werkzeug und dessen Anzeigen zu setzen haben.

§ 59.

Eigenschaften eines vollkommenen Hygrometers.

Ein Hygrometer ist vollkommen: 1) wenn seine Veränderungen gross genug sind, um den kleinsten Unterschied von Feuchtigkeit und Trockenheit merklich zu machen; 2) wenn sie schnell genug sind, um allen Veränderungen der Luft sogleich zu folgen, und ihren wirklichen Zustand jederzeit genau anzuzeigen. 3) Wenn das Werkzeug allemal mit sich selbst übereinstimmt, das heisst: wenn es bey der Wiederkehr des nämlichen Luftzustandes jederzeit auf den nämlichen Grad zurücke kömmt. 4) Wenn es Vergleichungsfähig ist, d. h. wenn mehrere Hygrometer einzeln nach einerlei Grundsätzen verfertiget, unter einerley Umstände allemal einerley Grad anzeigen. 5) Wenn [71] es nur lediglich von der eigentlichen Feuchtigkeit, oder Trockenheit verändert wird; das ist, wenn die wässerigten Dünste nur das einzige Wirkungsmittel sind, welches auf seine Veränderungen Einfluss hat. 6) Endlich, wenn eben diese Veränderungen mit denen in der Luft übereinstimmen, dergestalt, dass unter gleichen Umständen eine doppelte oder dreyfache Anzahl von Graden stäts eine doppelte oder dreyfache Quantität von Dünsten anzeige. [11])

Die zwo letztern Bedingungen erfordern eine sehr scharfe Prüfung, und sollen in besondern Kapiteln durchgegangen werden. Die vier erstern will ich im gegenwärtigen behandeln.

§ 60.

Mittel, die Hygrometer empfindlicher zu machen.

Die Empfindlichkeit, oder der Veränderungsraum, kömmt bey den Haarhygrometern auf zwo unterschiedliche Ursachen an, erstens auf die Stärke der Lauge, worinnen das Haar ist gereiniget worden; zweytens auf die Länge des Armes am Hebel, woran das eine Ende des Haares befestiget ist.

§ 61.

Durch die Lauge.

Ich habe schon oben (§. 11.) angerathen, sich des erstern Mittels vorsichtig zu bedienen, und das Haar weder zu lange in der Lauge, noch in einer sehr scharfen zu lassen. Inzwischen giebt es doch Fälle, wo man eben so strenge nicht seyn darf; wenn man z. E. das Werkzeug nur mit sich selbst zu vergleichen hat, und man mittelst desselben nur die augenblicklichen und täglichen Veränderungen der Luft erforschen [72] will, ohne darauf zu sehen, dass es mit andern Hygrometern einen übereinstimmenden Gang halte: in diesem Falle kann man das Haar ohne Bedenken in eine stärkere Lauge thun, oder es länger kochen lassen, um es empfindlicher zu machen.

§ 62.

Durch mechanische Mittel.

Was das zweyte Mittel, diese Empfindlichkeit zu vermehren, anlangt, da man den Arm des Hebels, woran das Haar fest ist, kürzer machet, so lässt sich dieses an dem Hygrometer mit der Welle sehr weit treiben. Wenn man dieser Welle nur drey viertel Linie Dicke giebt, so wird die Veränderung des Hygrometers von einem Fuss Höhe, noch über eine ganze Umwendung der Nadel, nämlich auf 400 Grad ihres Kreyses betragen, ohne dass die Haare desselben eben sehr gelauget sind.

Aber in den kleinern Hygrometern mit der Rolle, wo das Haar unmittelbar um die Rundung des zu bewegenden Hebels geht, lässt sich der Arm dieses Hebels eben nicht viel kleiner machen: denn hier bekömmt das um einen gar zu kleinen Cylinder herumgehende Haar in der Länge der Zeit eine Rauhigkeit, die der Bewegung sehr hinderlich ist. Ich glaube daher, man könne der Rolle, worum das Haar geht, nicht weniger, als zwo Linien im Halbmesser geben. Denn, nimmt man eine Rolle von dieser Grösse, und machet das Hygrometer einen Fuss hoch, so kann das Haar, ohne sehr stark gesotten zu seyn, der Nadel eine Veränderung von ungefähr 80 Graden eines Zirkels von drey Zollen im Halbmesser mittheilen, wel-

ches eine Gradleiter von etwa vier Zollen und zwey Linien beträgt. Wird dieser Raum in hundert [73] Theile getheilet, so kommen die Grade eine halbe Linie aus einander, deren jeglichen man leichtlich mit dem Auge, wenigstens in vier oder fünf Theile abtheilen kann, und dieses ist für die schärfsten Beobachtungen hinlänglich.

§ 63.

Unbequemlichkeit der trägen Hygrometer.

Die Geschwindigkeit in den Veränderungen ist bey jedem meteorologischen Werkzeuge eine noch weit wichtigere Eigenschaft, als der Veränderungsraum desselben. Denn es lässt sich dieser Raum oftmals durch mechanische Mittel ergänzen, oder man kann die Veränderungen mit etwas starken Handgläsern beobachten; da im Gegentheil bey den Unbequemlichkeiten, aus der Langsamkeit oder Trägheit eines solchen Werkzeuges, kein Hülfsmittel anzubringen ist. Denn alles, was wir von einem Thermometer, oder Hygrometer verlangen, besteht darinne, uns den Zustand der Atmosphäre gerade in dem Augenblicke anzuzeigen, wo wir denselben beobachten. Wenn nun unser Werkzeug viele Stunden nöthig hat, ehe sein Zustand mit der Luft ihrem in Uebereinstimmung kömmt: so ist es offenbar, dass es niemals, auch nicht einmal beynahe, den gegenwärtigen Zustand der Atmosphäre anzeiget, ausser in solchen seltenen Fällen wo die Luft innerhalb vielen Stunden keine Veränderung leidet. Und wenn nun die Veränderungen in der Luft nach und nach vergehen, wie dieses fast immer geschieht, so zeiget das Werkzeug jederzeit nur eine Art von Mittel, unter den verschiedenen Zuständen an, durch welche die Atmosphäre von den vorherigen Stunden bis zur Zeit der Beobachtung übergegangen ist: ich sage eine Art von [74] Mittel, denn die Beschaffenheit dieses Mittels verändert sich nach dem Zeitraume, in welchem diese Abwechselungen vorgegangen sind, ingleichen nach ihrer Geschwindigkeit, ihrer Grösse, ihrer Dauer; alles Dinge, die uns gänzlich unbekannt sind, wenn wir bloss ein langsames und träges Werkzeug zur Hand haben.

Nun ist unter allen Luftveränderungen vielleicht keine, die schneller geschieht, als diejenige, welche von der Feuchtigkeit herkömmt. Das Fallen des Thaues z. E. tritt manchmal so

schnell ein, dass ich bey dieser Gelegenheit gesehen habe, wie mein Hygrometer im Freyen, innerhalb zwanzig Minuten vierzig Grade durchgegangen ist, welches zwey Fünftheile seiner gesammten Veränderungen machet. Die Windstösse verursachen ebenfalls plötzliche Veränderungen, und diese sind an trägen Werkzeugen gar nicht zu merken.

Es scheint, diese Beweglichkeit sey in verschlossenen Räumen, deren Zustand wir, so lange es uns beliebt, unterhalten können, eben nicht nothwendig. Inzwischen wird man aus den Versuchen, die ich im luftleeren Raume angestellet, und aus denenjenigen, wodurch ich die Beschaffenheit der Dünste von unterschiedlichen Körpern herauszubringen gesuchet habe, wahrnehmen, wie viel wichtiger Kenntnisse uns die gar zu grosse Trägheit eines Hygrometers, selbst in verschlossenen Gefässen, berauben kann.

§ 64.

Welche Haare am beweglichsten, und in welchen Umständen sie es sind.

Aber alle Haare nehmen die Veränderungen der Luft nicht mit gleicher Geschwindigkeit auf, die feinsten [75] müssen natürlicher Weise die beweglichsten seyn; auch diejenigen sind es, welche etwas schwächere Lauge bekommen haben, und ihre Geschwindigkeit ersetzet solchergestalt auf eine vortheilhafte Weise den kleinen Raum ihrer Veränderungen.

Alle mit einander haben um so viel schnellere Veränderungen, so viel feuchter die Luft ist. Wenn man die gehörig gelaugten in eine Luft bringt, welche der grössten Feuchtigkeit nahe ist, so erreichen sie in zwo bis drey Minuten den Punct, wo sie stille stehen. So wie aber die Luft trockener wird, so gebrauchen sie mehr Zeit, sich in Ruhe zu setzen. Inzwischen, wenn ein Hygrometer, das in sehr feuchter Luft gestanden hat, in eine sehr trockene gebracht wird, so wird es in sehr kurzer Zeit, etwa in zwo oder drey Minuten den grössten Theil, nämlich ungefähr sieben Achtel, aller seiner Veränderung machen, auf dem letzten Achtel aber zehn bis zwölf Minuten zubringen. Der Fall, in welchem es am langsamsten geht, ist der, wenn das Haar, und die Luft umher, schon sehr trocken sind, und noch immer trockner werden. Doch hat es in freyer Luft, selbst bey der grössten Trocken-

heit, niemals über zwölf, höchstens funfzehn Minuten Zeit nöthig gehabt, um auf den Punct zu kommen, wo es stehen bleibt.

§ 65.

Sie bewegen sich langsamer in verschlossenen Gefässen.

Ich sage in freyer Luft, denn überhaupt brauchen die Hygrometer mehr Zeit in verschlossenen Gefässen zum Stehen zu kommen, als in freyer Luft; und der Grund davon ist sehr begreiflich. Wenn das Haar trockner oder feuchter ist, als die anliegende [76] Luftschichte, so sauget es einen Theil der Dünste aus dieser Luftschichte in sich; oder, welches einerley ist, diese nämliche Schichte sauget die Dünste ein, die das Haar mehr als sie in sich hält. Nachgehends muss unter dieser Luftschichte und den entferntern Schichten das Gleichgewicht hergestellet werden; und da in einem zugemachten Gefässe wenig Bewegung und Umlauf der Lufttheile vorhanden ist, so wird zur Herstellung des allgemeinen Gleichgewichts längere Zeit erfordert. Aber in freyer Luft, die in stäter Bewegung ist, wird das Haar unaufhörlich von neuen Lufttheilen berühret, und hat keine andere Ursachen seiner Langsamkeit, als die Trägheit und Anhänglichkeit seiner eignen Elemente.

§ 66.

Empfindlichkeit der Haarhygrometer.

Die gut eingerichteten Hygrometer mit der Welle, haben eine sehr grosse, fast unbequeme Beweglichkeit; und man hat die grösste Vorsicht nöthig, dass sie nicht, sobald man sich ihnen nähert, Veränderung annehmen. Hält man den Othem nicht an sich, so bewegen sie sich augenblicklich, wenn er sie berühret, zween bis drey Grade zur Feuchtigkeit; und die Wärme des Körpers, wenn man dem Instrumente zu nahe kömmt, trocknet das Haar, und machet, dass es augenblicklich sich zur Trockenheit hinwendet*). [77] Es ist überhaupt

*) Einige Naturforscher haben geglaubet, dass die unmerkliche Ausdünstung ein Hygrometer zur Feuchtigkeit bringen würde, wenn man es der Haut nahe brächte. Ich habe aber jederzeit das

gut, die Hygrometer an die freye Luft, z. E. auf ein Bret vors Fenster zu stellen, und sie durch die Fensterscheiben zu beobachten, weil alsdenn der Körper des Beobachters nicht auf sie wirken kann. Man sieht sie beynahe in einer beständigen Bewegung, vornehmlich bey sehr feuchter Luft; sie gehen manchmal so geschwinde, als ein Secundenzeiger, und sehr selten bleiben sie drey Minuten lang auf demselbigen Puncte. Diese Beweglichkeit ist bey den Hygrometern mit der Rolle zwar nicht so auffallend, aber doch eben so wirklich, und ich glaube, man dürfe weder hoffen noch wüschen, dass ein Werkzeug mehr Beweglichkeit habe, als das Haarhygrometer.

§ 67.

Beständigkeit oder Dauer des Haarhygrometers.

Man wird solchergestalt dem Haare leichtlich den Vorzug einer schnellen Empfindlichkeit einräumen; seine Feinheit, und die Lauge, welche es zur Aufnahme der Feuchtigkeit geschickter machet, scheinen ihm diese Eigenschaft besonders mitzutheilen. Man wird aber leicht auf die Gedanken kommen, ihm den Vorzug der Beständigkeit abzusprechen; denn im physischen sowohl, als im moralischen scheint eine Beweglichkeit, welche alle fremden Eindrücke zulässt, dem Beständigen zuwider zu seyn. Vornehmlich könnte man fürchten, das Gewicht, womit das Haar beschweret ist, werde dasselbe ausdehnen und verlängern; [78] aber die Erfahrung hat mich gelehret, dass ein Haar von guter Beschaffenheit, nicht zu stark gelauget, und nur mit einem Gewichte von drey Granen beschweret, sich keineswegs, selbst in Jahresfrist, so stark zieht, um einen merklichen Irrthum zu verursachen. Man darf sich auch darüber nicht wundern, wenn man bedenket, dass das Haar, nach seiner Dicke zu rechnen, ein sehr starker und sehr elastischer Körper ist. Ein feines Haar kann nach dem Auslaugen, wenn es nur nicht übermässig geschehen, über anderthalb Unzen tragen, ohne zu zerreissen: Nun sind anderthalb Unzen fast

---

Gegentheil bemerket. Wenn man mit dem Gesichte, oder mit den Händen ihm nahe kömmt, so neiget es sich überaus schnell zum Trocknen, sonder Zweifel, weil die Wärme des Körpers die Auflösungskraft der Luft stärker vermehret, als die Ausdünstung selbige sättiget.[12]) Es würde vielleicht anders seyn, wenn der Körper überall voll Schweiss wäre.

drey hundert mal so viel Gewicht, als drey Gran, die ich daran hänge, und es ist ganz natürlich, dass ein Körper den dreyhundersten Theil des Gewichts, wobey er noch aushält, ohne Beschwerniss tragen könne. Ueber dieses ist das Haar ein ganz organischer Körper, von der Natur zur freyen Luft und für den Kopf des Menschen zum Schutze gegen allerley Zufälle derselben, bestimmt; es widersteht der Luft, wie ich schon in der Vorrede angemerket habe, eine unübersehliche Zeit lang, es überlebet die Zerstöhrung, oder wenigstens die Verwandlung aller übrigen Theile des Körpers; und vielleicht ist dieses die Ursache, warum die Amerikaner daraus ihre Siegeszeichen verfertiget haben. Man hat also, wenigstens auf einige Jahre, weder seine Zerstöhrung, noch seine unbestimmte Verlängerung, noch sonst einen solchen Grad der Veränderung an ihm zu befürchten, der ihm seine hygrometrische Eigenschaften merklich benehmen möchte.

Inzwischen muss ich doch anmerken, dass die zu stark gelaugten Haare, und solche, die ich rückgängig genannt habe, (§. 15.) welche nämlich in einem Gefässe mit Dünsten, nachdem sie sich zuvor verlängert haben, wiederum kürzer werden, sich doch mit der Zeit [79] ausziehen; dergestalt, dass man sie, nach dem Gebrauch einiger Monathe, bisweilen z. E. in einem dicken Nebel, einen, zween, bis drey Grade über den Punct der grössten Feuchtigkeit hinausgehen sieht. Daraus entsteht gleichwohl nur ein unbeträchtlicher Fehler. Dergleichen Werkzeuge wiederum in Ordnung zu bringen, darf man ihnen nur mit der Stellschraube nachhelfen, und den Zeiger auf den Stand der grössten Feuchtigkeit bringen, oder ihn nach der Seite der Trockenheit so viel Grade zurückschieben, als er über den Stand der grössten Feuchtigkeit hinaustrat. Ein so verbessertes Hygrometer ist eben so richtig, als es damals war, wie es verfertiget wurde.

Dieserwegen ist es nützlich, wenn man bey einer Reihe von genauen Beobachtungen die Hygrometer von Zeit zu Zeit in die grösste Feuchtigkeit bringt; es sey nun in ein Gefäss voll Dünste, oder, welches besser ist, in einen dicken Nebel. Man kann sich alsdann mehr auf sie verlassen, wenn man sie in diesem Falle richtig findet, auch sie wiederum herstellen, wenn sie durch Länge der Zeit ein wenig sind verändert worden.

§ 68.

Vergleichbarkeit dieser Hygrometer. Vorsicht dabey.

Was die Vergleichungsfähigkeit der Haarhygrometer betrifft, so kann ich behaupten, dass zwey oder mehrere derselben, die aus gleichmässig zubereiteten Haaren verfertiget, nach einerley Grundsätzen eingetheilet, und einerley Veränderungen von Feuchtigkeit und Trockenheit ausgesetzet sind, einen völlig einstimmigen Gang haben. Ich will nicht eben sagen, dass sie jederzeit auf demselben Grade [80] stehen, aber sie weichen doch selten über zween Grade, d. i. über den funfzigsten Theil des Veränderungsraumes von einander ab; und ein solcher Grad von Richtigkeit kann, meines Bedenkens, bey Observationen dieser Art genug seyn. Insbesondere stimmen sie in den Puncten der äussersten Feuchtigkeit oder Trockenheit, oder in den sogenannten Gränzpuncten, sehr gut mit einander überein, selbst wenn sie sehr entfernte Stände von einander gehabt haben. Auch kommen sie ziemlich mit einander überein, wenn sie, eines von einem sehr feuchten, das andere von einem sehr trockenen Orte, in eine mittlere Feuchtigkeit gebracht werden. Nur in dem einigen Falle weichen sie am meisten von einander ab, wenn sie lange Zeit in sehr trockener Luft gestanden, und z. E. den vierzigsten Grad nach meiner Eintheilung gehalten haben, und man eins davon in eine trocknere Luft bringt, wodurch es etwa nahe auf dreyssig Grad kömmt; das andere hingegen während der Zeit einer minder trocknen Luft, z. E. von funfzehn Graden aussetzet, zuletzt aber beyde wiederum in die Luft bringt, worin sie vorher standen. Alsdenn werden weder eines noch das andere auf vierzig Grade zurückkommen; das, aus der minder trockenen Luft, wird bey zwey und vierzig oder drey und vierzig, und das aus der mehr trocknen nur bey sieben und dreyssig oder acht und dreyssig stehen bleiben, und hierdurch wird ihr Unterschied ungefähr fünf Grade, den zwanzigsten Theil der ganzen Gradleiter, betragen.[13]) Aber auch dieser Unterschied verschwindet, und die Hygrometer werden beyde wieder auf vierzig Grade zurückkommen, wenn man sie erstlich in äusserst feuchte Luft, und nachher in eine trockene zurückbringt.

[81] Ich will hier noch beyfügen, wenn man kein Glasgefäss zur Hand hat, um das Hygrometer in die Dünste zu tauchen, z. E. auf der Reise, und man befürchtet, das Hygro-

meter möchte bey sehr trocknem Wetter den wirklichen Zustand der Luft nicht richtig anzeigen, so darf man nur das Futteral, worinne dasselbe liegt, inwendig ein wenig anfeuchten. Ich habe gefunden, wenn das Haar nur einige Minuten in diesem feuchten Futteral gewesen, dass es wiederum seine völlige Beweglichkeit annehme.

§ 69.

Die Hygrometer haben keinen gleichen Gang, wenn sie nicht gleich gelauget sind.

Eine unumgänglich nöthige Bedingung bey Hygrometern, die von gleichem Gange seyn sollen, ist diese, dass die Haare, woraus sie bestehen, gleich stark gelauget sind. Haare, die zu lange, oder in zu starker Lauge gekochet worden, haben den Fehler an sich, dass sie sich noch verlängern, wenn sie schon die Gränze der grössten Feuchtigkeit erreichet haben. Und wenn gleich diese Verlängerung ihre ganz bestimmten Gränzen hat, und das Haar solchergestalt jederzeit einen festen Punct anzeiget, so entsteht doch daraus der betrügliche Fehler, dass man glaubet, eine Luft sey schon von Feuchtigkeit gesättiget, wenn sie es noch nicht ist. Und wenn man zwey Haare hat, deren eines stärker als das andere ist gelauget worden, so wird das weniger gelaugte seine hundert Grade, oder den Punct der Sättigung anzeigen, wenn das andere diesen Punct noch nicht erreichet hat. Dieweil dieser Fehler sich stufenweise zeiget, je näher es zum Puncte der grössten Feuchtigkeit geht, [82] so wird das Hygrometer mit dem zu stark gelaugten Haare jederzeit in feuchter Luft einen niedrigern, oder von der äussersten Feuchtigkeit weiter entferntern Grad anzeigen. Es ist wahr, ihr Unterschied wird allemal geringer seyn, je mehr die Luft trocken ist, und beym Puncte der vollkommenen Trockenheit gänzlich verschwinden. Da man aber bey einerley trocknen Luft sehr selten Beobachtungen anstellet, so ist es besser, diese Ursache des Irrthums zu vermeiden, und lieber gleich stark gelaugte Haare zu gebrauchen.[14])

§ 70.

Eine andere nöthige Vorsicht.

Eine Vorsicht ist beym Gebrauche dieser Hygrometer allezeit nothwendig; man muss nämlich zusehen, ob auch die

Nadel oder das Haar von Spinneweben überzogen sey. Hält man diese Werkzeuge in freyer Luft, oder auch in den reinsten Zimmern, so ziehen die Spinnen doch wohl ihre Netze über die Nadel, und verspinnen sie mit dem Gestelle. Sie legen ihre Gespinnste auch wohl ans Haar an, verbinden es durch Queerfäden mit dem Gestelle, und hindern solchergestalt seine Bewegungen. Bisweilen sind diese Insecten so klein, und ihre Fäden so zart, dass man viel Aufmerksamkeit und einen halben Tag nöthig hat, wenn man sie erkennen will.

Man muss auch von Zeit zu Zeit nachsehen, ob sich nicht irgendwo Staub gesammelt hat, der die Bewegung der Nadel an ihren Zapfen etwas hemmen könnte oder ob auch die Spitze derselben an die Scheibe anstreicht. Das zu erfahren, darf man sich nur den Grad, auf dem die Nadel steht, genau merken, und sie alsdenn um zehn oder zwölf Grad zurück [**83**] schieben; wenn alles im guten Stande ist, wird sie, so bald man sie frey lässt, wiederum genau auf ihren vorigen Stand kommen.

Bisweilen ist es auch dienlich, das Haar mit einem reinen, angefeuchteten Pinsel abzuputzen; man zieht diesen über die ganze Länge des Haares weg, um den Staub abzubringen, der sich an dasselbe angelegt hat.

§ 71.

Warum man diese Hygrometer nicht mit andern verglichen hat.

Noch hätte ich mit andern bekannten Hygrometern die nämlichen Proben, wie mit den meinigen anstellen können, und gewissermaassen anstellen sollen, um die Naturforscher in Stand zu setzen, von ihrer verhältnissmässigen Güte näher zu urtheilen. Aber weil es schwer ist, welche zu bekommen, die richtig verfertiget sind, weil es eine langwierige Arbeit ist, und ich leicht in Verdacht gerathen könnte, für die meinigen eingenommen zu seyn, so bin ich von dem Vornehmen abgestanden. Ich wünsche, dass ein Naturforscher, der Lust dazu hat, und vollkommen unpartheyisch ist, sich einmal damit beschäfftigen möge.

---

[84] Drittes Hauptstück.

Ist der wässerichte Dunst der einzige, der das Haar verlängert?

§ 72.

Einleitung.

Ich habe in dem vorhergehenden Hauptstücke gesaget, ein vollkommenes Hygrometer müsse nur allein von solchen Dünsten, die vorzüglich feuchte genannt werden, das ist, von wässerigten Dünsten Veränderung leiden. In der That, wenn andere Dünste, als z. E. öligte, oder salzige Ausdünstungen, das Hygrometer verändern könnten, so wüsste man nicht, was für ein Dunst eigentlich diese oder jene bemerkte Veränderung hervorgebracht hätte. Ich habe es daher für werth geachtet, mit meinem Hygrometer diese neue Art von Probe zu machen; ich sage neue, denn ich glaube nicht, dass man sie jemals bey einem Hygrometer vorgenommen hat. Hier ist mein Verfahren.

§ 73.

Anstalt zu diesen Versuchen.

Ich nehme einen Glas-Recipienten von einem Fuss hoch, und vier Zolle weit; in diesen hänge ich eins von meinen Hygrometern mit dem Thermometer. Nachgehends hänge ich den Recipienten selbst auf, und zwar so, dass sein unterer Rand zwey Zoll über einen Glasteller zu stehen kömmt, der mit drey bis vier Linien hoch reinem Quecksilber bedeckt [85] ist. Diese Vorrichtung lasse ich eine oder zwey Stunden in einem zugemachten Zimmer ruhig stehen, wo die Luft keine sonderliche Veränderung hat. Das Hygrometer und das Thermometer zeigen, nach Verlaufe dieser Zeit, genau den Grad der Feuchtigkeit und der Wärme, sowohl der Luft im Recipienten, als der umher befindlichen. Nun setze ich mitten auf den Teller ein Glas mit dem Körper, dessen Dünste ich prüfen will, ich lasse den Recipienten nieder, dass er mit dem Rande genau auf dem Teller aufsteht, und das Quecksilber überall

umher anliegt. Solchergestalt ist das Hygrometer mit dem zu prüfenden Körper verschlossen, und das Quecksilber hindert alle Gemeinschaft mit der äussern Luft.

Man wird leicht einsehen, wenn die im Recipienten verschlossene Luft kälter wird, dass alsdenn das Hygrometer blos durch die verminderte auflösende Kraft der Luft, sich zur Feuchtigkeit bewegen müsse, wenn sich gleich nicht der mindeste neue Dunst erhoben hat; und eben so wird das Hygrometer, wenn die Luft mehr Wärme bekömmt, sich zur Trockenheit wenden, ohne dass einige Dünste verschlucket worden. Aus dieser Ursache verbinde ich ein Thermometer mit dem Hygrometer, und ehe ich von der Beschaffenheit der Dünste des Körpers unter dem Recipienten etwas bestimme, so erwarte ich allemal denjenigen Grad der Wärme wieder, der beym Anfange des Versuches vorhanden war.

§ 74.

Vorgängiger Versuch.

Ehe ich zu andern Versuchen schreite, habe ich mit dem Quecksilber selbst, ohne Beyfügung eines andern Körpers, den Anfang gemacht; um zu sehen, [86] ob die verschiedene Tage lang mit dem Quecksilber eingeschlossene Luft nicht irgend einige hygrometrische Veränderung annehmen möchte. Ich fand, dass dieses nicht geschah, wenn das Quecksilber völligst rein war; dass aber das Hygrometer einen halben oder einen ganzen Grad, innerhalb vier bis fünf Tagen zur Feuchtigkeit vorrückte, wenn das Quecksilber mit irgend einer metallischen Materie vermenget war, die es an der Oberfläche blind machte. Ich habe daher jederzeit Sorge getragen, so viel möglich das allerreinste Quecksilber zu gebrauchen.

§ 75.

Versuch mit Wasser, oder mit Körpern, die welches eingesogen haben.

Thut man etwas Wasser, oder einen sehr feuchten Körper, als eine nasse Charte, oder eine grüne Pflanze, unter den Recipienten, so beweget sich das Hygrometer zur Feuchtigkeit, und zwar bis auf einige Grade zum höchsten Puncte derselben;

denn diesen Punct erreichet es nicht gänzlich, weil die Luft nicht überall mit den wasserhaltigen Körpern umgeben ist, und daher in dem ganzen Raume des Recipienten nicht gleichförmig gesättiget wird.

§ 76.

Aetherisches Terpenthinöl.

Nach diesen vorläufigen Versuchen, stellte ich meine ersten Prüfungen mit einem höchst flüchtigen, und vom Wasser ganz verschiedenen Körper mit dem ätherischen Terpenthinöl an. Ich that davon ungefähr zwey Scrupel in ein kleines Glas, und stellte selbiges unter den Recipienten. Bald darauf rückte [87] das Hygrometer zur Feuchtigkeit, zwar wirklich sehr wenig, aber doch merklich, und nach Verlauf von zwey Stunden stand es noch etwas mehr auf dem Feuchten, als es vor dem Einsetzen des Oeles gewesen war, obgleich die Wärme des Zimmers etwas zugenommen, und sie das Thermometer um einen Grad höher gebracht hatte, wodurch das Hygrometer zum Trocknen hätte rücken sollen. Endlich nach vier und zwanzig Stunden, wie das Thermometer genau auf den nämlichen Punct, wo es beym Anfange des Versuches gewesen, gekommen war, stand das Hygrometer noch auf einem und sechs Zehntheil Grade zur Feuchtigkeit; ich hatte es auf neun und vierzig gestellet, und nun fand ich es funfzig und sechs Zehntheile.

§ 77.

Sorgfältig getrocknetes Oel.

Da dieses Terpenthinöl mit Wasser abgezogen war, so kam ich auf den Verdacht, es könnte vielleicht noch einige Wassertheilchen, unstreitig sehr wenige, bey sich haben, die sich aber doch bey so feinen Versuchen merklich macheten.

Diesen Verdacht zu berichtigen, that ich etwa zwey Unzen von demselben Oele in eine gläserne Retorte, mit einer Unze calcinirtem und sorgfältig getrocknetem Weinsteinsalze. Dieses distillirte ich bey einem sehr gelinden Feuer, und bekam die erste Hälfte des wesentlichen Oeles, ganz helle und ohne Farbe; hiermit wiederholte ich den Versuch. Die Wirkung der Dünste von diesem Oele war jederzeit an dem Hygrometer merklich,

aber nur halb so gering, als in dem ersten Fall. Das Hygrometer rückte nicht mehr als acht Zehntheil Grade zum Feuchten. Diese [88] Verringerung, welche die Destillation mit dem kalischen Salze hervorbrachte, lies mich doch vermuthen, es müssten sich einige wässerige Theile durch die Ausdünstung absondern, und diese Veränderung am Hygrometer zu wege bringen. Gleichwohl wäre es auch nicht unmöglich, dass die ölichten Dünste ins Haar dringen, und selbiges um diese Kleinigkeit ausdehnen könnten; oder es wäre auch möglich, dass eben diese Dünste die Kraft der Luft, das Wasser aufgelöset zu erhalten verminderten, und dass sie hierdurch eine Art von Niederschlag des in der Luft schwebenden Wassers verursachten.

Uebrigens war die im Recipienten befindliche Luft so stark mit Terpenthindünsten gesättiget, dass man sie an der innern Fläche des Glases, in äusserst kleinen Tropfen, nach Art des Thaues, verdichtet sah; und dass sie, gleich den wässerigen Dünsten, wenn man die Stelle, wo sie angeschlagen waren, von aussen erwärmte, von hier sich erhuben, und an eine andere, und zwar an die kälteste Stelle, inwendig im Recipienten ansetzten.

§ 78.

Der Kampher.

Der Kampher that noch weniger, er vermehrte die scheinbare Feuchtigkeit der Luft unter der Glocke nur um einen halben Grad.

§ 79.

Der Aether.

Beym Aether fand ich sonderbare Erscheinungen. Anfänglich nahm ich Aether, der ohne gemachten Zusatz höchst gereiniget war, und zwar den flüchtigsten [89] und reinsten Theil desselben, der beym Abziehen zuerst übergeht. Hiervon setzte ich ungefähr zwey Scrupel unter meinen Recipienten mit der vorhin angezeigten Vorsicht. Gleich darauf fing diese flüchtige Feuchtigkeit an, sich in elastische Dünste aufzulösen, diese giengen stossweise aus dem Recipienten, machten sich durch das Quecksilber am Rande desselben Platz, und verbreiteten

im Zimmer den dieser Feuchtigkeit eigenen Geruch. Innerhalb vier Stunden waren drey Viertel meines Aethers verdunstet; und in dieser Zeit war das Hygrometer durchgehends zur Feuchtigkeit gegangen, anfänglich langsam, in der Folge aber schneller. Jedoch kam es nicht zur äussersten Feuchtigkeit, sondern blieb neun Grade unter derselben.

Unten in dem kleinen Glase fand ich den übrigen Aether annoch entzündbar. Nach dem Abbrennen aber liess er eine schmierige Materie zurück, die einen sehr starken Geruch der schwefeligen Säure gab. Ein messingner Haken oben im Recipienten, woran ich die Hygrometer aufhänge, war ebenfalls mit einer schmierigen Materie bedecket, die das Metall angefressen, und sich grün gefärbet hatte.

§ 80.

Eben derselbige Aether von seinem überflüssigen Wasser gereiniget.

Um diesen Aether von der Säure und dem Wasser zu reinigen, so rectificirte ich zwo Unzen davon, indem ich sie mit eben so viel recht trockenem Laugensalze, bey ganz gelinder Hitze destillirte; wozu die Wärme der Sonne hinlänglich war. Ich setzte meine kleine Retorte zwischen zwey Scheiben eines Doppelfensters, und lies den Recipienten durch ein [90] kleines Thürgen des Fensters ins Zimmer gehen. Nach Verlauf einer halben Stunde fieng der Aether an Blasen zu werfen, und gleich darauf überzugehen, jede Secunde etwa ein Tropfen. Als ungefähr die Hälfte heraus war, nahm ich selbige weg, und wiederholte damit meinen Versuch. Ich that davon sieben und vierzig Grane in dem kleinen Glase unter die Glocke; nach drey, oder vier Minuten drang der elastische Dunst schon durch das Quecksilber heraus, welches gleichwohl mehr als drey Linien hoch am Rande des Recipienten stand. Die Stösse dieses Dunstes folgten alle halbe Minuten auf einander, und der verbreitete Geruch davon war so durchdringend, dass er das ganze Haus erfüllte. Die Wärme des Zimmers war zwölf und ein halber Grad. Nach und nach wurden die Blasen seltener, und nach drey oder vier Stunden fand ich den ganzen Aether ausgedunstet, und das Glas, worinnen er gewesen, gänzlich trocken.

Anfänglich, als die Ausdünstung am stärksten war, rückte

das Hygrometer langsam, doch einförmig zur Trockenheit, ungeachtet das Thermometer beständig auf einem Puncte blieb. Nach anderthalb Stunden war es vier ein Achtel Grad zur Trockenheit gegangen; von der Zeit an aber kehrte es weiter zur Feuchtigkeit, als es beym Anfange des Versuches gewesen war. 15)

Ich hob darauf den Recipienten weg, und merkte darinne kein Anzeichen einer schwefeligen Säure. Das Messing schien auch nicht angegriffen zu seyn, und der Geruch aus dem Recipienten war der eigene Aethergeruch. Inzwischen, als ich in den Recipienten einen kleinen brennenden Wachsstock hinein hielt, um zu sehen, ob die Luft nicht verdorben wäre, so trat aus demselben ein erstickender Geruch von [91] schwefeliger Säure heraus, obgleich der Wachsstock einige Augenblicke in dieser Luft eine grössere und lebhaftere Flamme, als vorher in freyer Luft bekommen hatte.

Die Scheidekünstler werden aus dieser Erfahrung sehen, wie sehr *Macquer* Grund hat, wenn er den Aether nicht für ein reines und gleichartiges Oel hält. Denn der hier gebrauchte, ob er gleich aufs sorgfältigste rectificiret war, gab doch offenbare Anzeigen von den unterschiedlichen Grundstoffen, die sein Gemische ausmachen, und vielleicht geben sie einmal zu einer neuen Art von Auflösung glücklicher Weise Anlass.

Was ich hierbey sonderbares, in Absicht aufs Hygrometer fand, war dieses, dass es der Aetherdunst zum Trocknen lenkte. Man könnte vielleicht in diesem Dunste eine adstringirende Kraft annehmen, welche das Haar zusammenzieht; aber ich glaube vielmehr, dass die ersten Dünste, in welche sich der reinste Theil des Aethers verwandelt, eine elastische, vollkommen trockene, flüssige Materie sind, die zwar nicht unmittelbar aufs Haar wirket, aber doch einen Theil der Luft im Recipienten, nebst den darin befindlichen Dünsten, aus demselben mit sich hinausführet. Alsdenn ist das Haar nicht mehr mit dieser Luft und ihren Dünsten umgeben, und lässt einen Theil seiner Feuchtigkeit so lange fahren, bis der, durch Abgang seiner flüchtigsten Theile geschwächte Aether anfängt, das in ihm enthaltene Wasser mit sich zu nehmen, welches denn, mit den ätherischen Dünsten vermischet, in das Haar eindringt, und es vom neuen länger machet.

Diese Erklärung wird dadurch bestätiget, wenn ich bey wiederhohlten Versuchen sieben und vierzig [92] andere Grane desselben Aethers in ein kleines Fläschgen mit engem Halse,

und nicht in ein offenes Glas hineinthat, so rückte das Hygrometer nur zween und zwey Fünftel Grade zur Trockenheit, d. i. ungefähr ein und drey viertel Grad weniger, als im vorhergehenden Versuche; und dieses zwar darum, weil die Ausdünstung langsamer war, und weniger Luft aus dem Recipienten wegführte. Denn der Dunst gieng nicht stossweise, sondern nur nach und nach zwischen dem Quecksilber und dem Glase heraus. Inzwischen hielt das Ausdünsten doch immer an, der Aether nahm in dem Fläschgen ab, und der Geruch von dem Dunste aus dem Recipienten war so stark, dass er mir beschwerlich fiel, und ich die ganze Vorrichtung in ein anderes entfernteres Zimmer hintragen musste.

§ 81.

Der Weingeist.

Der gut rectificirte Weingeist machte in den ersten Stunden keinen Eindruck aufs Hygrometer. Ohne Zweifel darum, weil die ersten Dünste desselben blos geistisch sind, und kein Wasser beygemischet, enthalten; aber die nachfolgenden bringen das Hygrometer zur Feuchtigkeit; anfangs nur langsam, nachgehends geschwinder, und nach vier und zwanzig Stunden fand ich es ganz nahe am Puncte der grössten Feuchtigkeit. Es traten zu Anfange einige Luftbläsgen heraus, mit einem Geruche von Weingeist, und diese waren durch die Ausdehnung des geistischen Dunstes, nicht aber durch Erweiterung der Luft mittelst der Wärme entstanden. Denn das Thermometer im Recipienten blieb um diese Zeit auf einerley Grade. Es waren auch die Bläsgen nicht so zahlreich, dass die von ihnen fortgerissene Luft [**93**] dergleichen Wirkung, als die Aetherbläsgen hätten hervorbringen, und das Hygrometer zur Trockenheit führen sollen.

Das Messing im Hygrometer war angelaufen, und von den Dünsten des Weingeistes schwärzlicht geworden. Der angezündete Wachsstock, den ich nachher in den Recipienten hielt, brannte darinnen recht gut; es kam aber dabey ein erstickender saurer Geruch heraus, so wie der vom Kupferspiritus.[16]) Bey diesem ganzen Versuche verhielt sich das Thermometer zwischen vierzehn bis funfzehn Graden. Es scheint demnach, dass unter diesem Grade von Wärme von freyen Stücken eine Zersetzung des Weingeistes vorgehe.

§ 82.

Baumöl.

Was die gröberen Oele anlangt, so schienen mir die Dünste derselben, bey eben dieser Temperatur, das Hygrometer auf keinerley Weise zu verändern. Feines Baumöl stand mit demselben vier und zwanzig Stunden im Recipienten, und verursachte keine merkliche Veränderung, ob ich schon den Recipienten beym Aufheben ganz voll vom Baumölgeruch fand.

§ 83.

Weiches Wachs.

Das weiche Wachs, womit ich die Recipienten verstreiche, und welches ein Gemische ist von vier Theilen Jungfernwachs, zwey Theilen Harz und einem Theil Baumöl, schien ebenfalls nicht Dünste auszulassen, die eine merkliche Wirkung aufs Hygrometer hatten.

[94] § 84.

Festes flüchtiges Alkali.

Endlich habe ich noch die Ausdünstungen des flüchtigen, sorgfältig getrockneten, festen Alkali, und zwar jederzeit mit einerley Erfolge, auf die Probe gestellet. Da die Wärme des Zimmers während dem Versuche etwas zunahm, so rückte das Hygrometer zum Trocknen; und zwar genau in dem Verhältnisse, wie die Wärme grösser wurde; dergestalt, dass das flüchtige Laugensalz auf die hygrometrischen Veränderungen des Haares keinen Einfluss zu haben schien. Gleichwohl war die im Recipienten verschlossene Luft so sehr mit Dünsten dieses Salzes angefüllet, dass die auf der Messingplatte am Werkzeuge gestochenen Abtheilungen ein schönes Blau annahmen, und sich nach und nach ein blauer Anschlag oder eine Art glattem und festem Malachit auf allen Theilen des Werkzeuges erzeugten, wo das Messing glatt und nicht mit Firniss überzogen war. Nach neun Stunden, wo dasselbe unterm Recipienten gewesen, verlohr der Zeiger am Hygrometer alle Bewegung, weil der Dunst den Zapfen, um welchen

sich der Zeiger drehet, angegriffen, und ihn mit eben diesem Malachite überzogen hatte. Dieweil aber derselbe in den ersten Stunden die freye Bewegung beybehalten hatte, so wurde ich daraus sattsam überzeuget, dass der Dunst des flüchtigen Laugensalzes keineswegs ins Haar dringe, oder an demselben weder merkliche Ausdehnung noch Zusammenziehung hervorbringe.

§ 85.

Folgerung aus diesen Versuchen.

Aus diesen Erfahrungen kann ich den Schluss ziehen, dass der Körper des Haares, oder wenigstens [**95**] seine Länge, durch keinen andern Dunst eine merkliche Veränderung leide, als durch den wässerigten. Denn ich glaube von der Austrocknung, die der Aether hervorbrachte, hinlänglichen Grund angegeben zu haben; und was den halben, oder die drey Viertel Grad Veränderung am Hygrometer anlanget, die sich beym rectificirten Terpenthinöl und beym Kampher zeigten, so muss man selbige entweder einigen Wassertheilchen, welche sich beym Ausdünsten von diesen Substanzen losmachten, oder einiger Unrichtigkeit beym Versuche selbst zuschreiben. Denn es ist schwer zu begreifen, wenn diese Substanzen in der That auf das Haar wirken sollten, dass ihre Kraft sich auf eine so sehr geringe Wirkung einschränken würde, da doch ihre Dünste so viele Stunden lang das Haar auf allen Seiten berührten.

Wir können daher ohne Irrthum annehmen, dass die Veränderungen des Haarhygrometers in der That vom Wasser, und vom Wasser allein, oder von seinen Dünsten herrühren.

Sind aber diese Veränderungen mit der Menge des in der Luft enthaltenen Wassers im Verhältnisse? Wir wollen dieses untersuchen, wenn wir vorher die Wirkungen der Wärme auf die Luft und aufs Hygrometer, als dem Messwerkzeuge ihrer Feuchtigkeit, in Betrachtung gezogen haben.

[96] Viertes Hauptstück.

Von den hygrometrischen Wirkungen der Wärme auf die Luft, und aufs Haar.

§ 86.

Erklärung des Vorhabens.

Im V. Hauptstücke des vorhergehenden Versuches habe ich gezeiget, dass die Wärme zu einerley Zeit zwo entgegengesetzte Wirkungen aufs Haar hervorbringe; nämlich, sie dehnet dasselbe durchs Eindringen der Feuertheilchen in dessen Elemente aus, und zieht es gegentheils zusammen, indem sie einige Wassertheilchen, die es ausgedehnet hielten, verflüchtiget, und aus ihm heraus treibt. Ich habe mich bemühet, in eben demselben Kapitel die pyrometrische Wirkung anzugeben. In dem gegenwärtigen will ich die hygrometrische Wirkung bestimmen; eine Wirkung, die fast jederzeit auf die Vermehrung der auflösenden Kraft ankömmt, welche die Luft aus der Wärme erhält. Zuförderst will ich von der Wichtigkeit dieser Bestimmung reden.

§ 87.

Nützlichkeit dieser Untersuchungen.

Nach einem starken Thau, welcher die Erdfläche mit einer häufigen Nässe bedecket, und die Hygrometer zum höchsten Stande der Feuchtigkeit gebracht hat, geht die Sonne auf, die Luft wird wärmer, [97] die Hygrometer rücken aufs Trockene, und man findet weiter kein Merkmal der Feuchtigkeit, weder auf der Erde noch in der Luft. Nun sage man einem Menschen, der nichts von der Naturlehre weis, dass mitten an diesem Tage, wo die heissen Sonnenstralen die Felder austrocknen und gleichsam verbrennen, die Luft wirklich mehr Wasser enthalte, als kurz vorher, da noch der wohlthätige Thau herabträufelte. Dieser Mensch wird dafür halten, man wolle seine Leichtgläubigkeit auf die Probe stellen; denn man hat eine Menge vorläufiger Begriffe nöthig, um ihm begreiflich zu machen, dass die Luft mittelst der Wärme in den Zustand gebracht worden, eine viel grössere Menge Wassers

einzunehmen; dass dieses Thauwasser keinesweges durch die Wärme vernichtet worden, sondern in die Luft zurückgetreten sey, und diese folglich eine um so viel grössere Menge Dünste enthalte.

Wenn aber dieser Mensch alle die Grundsätze einräumet, und doch dem Naturforscher einwendet, es sey des Morgens ein kleiner Nordwind, und vielleicht an sich genugsam trocken gewesen, um diesen sämmtlichen Thau aufzulecken, wegzuführen, und folglich die Luft minder wässerig, minder mit Dünsten beladen zu lassen, als sie des Morgens war; wie würde der Naturforscher diesen Zweifel auflösen? Gewiss nicht anders, als durch eine grosse Veranstaltung von Versuchen, wie ich sie im Anfang des III. Hauptstücks beschrieben habe. Indessen wird ihm hier ein blosser Blick aufs Hygrometer und aufs Thermometer eine hinlängliche Auskunft geben, wenn ihm der Gang des Hygrometers, nebst der Art, wie selbiger durch die Wärme verändert wird, vollkommen bekannt sind.

[98] Die Auflösung dieses Problems habe ich mir besonders gewünschet, wenn ich auf hohe Berge, oder von denselben herab gestiegen bin. Ich habe oftmals beym Heraufsteigen gesehen, wie das Hygrometer immer zur Feuchtigkeit, und das Thermometer zur Kälte giengen, und mir selbst die Frage aufgeworfen: ist diese zunehmende Feuchtigkeit einzig die Wirkung von Erkältung der Luft, oder ist die Luft wirklich mit mehr Wasser auf diesen Höhen beladen, als unten auf der Ebene? Oder wäre es nicht wohl möglich, dass sie, ungeachtet dieser scheinbaren Feuchtigkeit, weniger Wasser als die Luft in den Thälern enthielte. [17])

Wüsste man, wie weit in diesem oder jenem Zustande des Hygrometers, dieser oder jener Grad der Wärme, ohne Wirkung von einer andern Ursache, das Hygrometer zur Trockenheit brächte, so wäre es in der That genug, nachzusehen, ob dasselbe in einem gegebenen Falle mehr oder weniger zur Trockenheit gerücket sey, als es durch die blosse Wirkung der Wärme hätte rücken sollen. Der Erfolg dieser Prüfung würde sogleich darthun, ob die Wärme allein, oder vielmehr eine wahre Veränderung in der Menge der Dünste, das Hygrometer auf einen andern Stand gebracht hätte.

§ 88.

Sie müssen in verschlossenen Gefässen unternommen werden.

Um daher die Auflösung dieser Probleme durch Erfahrung herauszubringen, muss man ein Hygrometer in die Umstände setzen, dass selbiges nebst der Luft umher von keiner andern Veränderung, als der Wärme ihrer, getroffen werde. Es muss sich kein [99] neuer Dunst mit dieser Luft vermischen, und derjenige, den sie bereits enthält, muss sich nicht von ihr trennen können.

Es müssen also diese Versuche in verschlossenen Gefässen angestellet werden; und obgleich ein berühmter Naturforscher seinen Widerwillen gegen die Versuche mit der Luft in verschlossenen Gefässen dargeleget hat, so glaube ich doch, wir würden niemals eine gute Theorie von den Veränderungen der Luft haben, wenn man die Grundsätze davon nicht in zugeschlossenen Gefässen erlernet hätte. Denn es kann dieser flüssige, sehr bewegliche, so leicht zu erneurende, und zur Mischung mit so vielen unterschiedlichen Substanzen fähige Körper, durchaus nicht geprüfet werden, wenn man ihn nicht gleichsam unter seinen Händen, nebst andern Körpern von bekannter Art, eingeschlossen hält; er ist ein Proteus, der uns die in ihm verborgenen Wahrheiten nicht anders entdecket, als wenn man ihn recht genau gefangen hält.

§ 89.

Verfahren bei diesen Versuchen.

Man muss aber diese Versuche in so grossen Gefässen, als möglich, anstellen; und ob ich gleich einen ansehnlichen Theil derselben in kleinen Gefässen gemachet habe, so habe ich mich doch niemals anders auf sie verlassen, als wenn sie durch andere in einer Kugel von vier Fuss Inhalt, sind bestätiget worden. Hätte ich eine grössere haben können, so würde ich von selbiger noch lieber Gebrauch gemachet haben.

Das Verfahren dabey ist sehr einfach. Man hängt in eine Kugel, oder in einen Recipienten ein oder zwey Hygrometer mit einem oder zwey empfindlichen Thermometern auf. Hier verschliesst man sie [100] dergestalt, dass kein wässerigter

Dunst weder hineindringen, noch heraustreten, noch sich erzeugen, noch verschlucket werden kann. Die Kugel bringt man darauf in allerley Abwechslungen von Wärme und Kälte, und merket genau, wie die Hygrometer und Thermometer in ihrem Gange zusammenstimmen. Verlangt man hierin Genauigkeit, so kosten die Untersuchungen Zeit und Mühe; erstlich, weil nach §. 65. viel Zeit erfordert wird, ehe das Hygrometer mit der eingeschlossenen Luft ins Gleichgewicht kömmt; dasselbige Werkzeug, welches in weniger als einer Viertelstunde den Grad der Feuchtigkeit in freyer Luft genau anzeiget, steht viele Stunden lang, bevor es den Grad der Feuchtigkeit in verschlossener Luft richtig darstellet*), besonders wenn diese Luft bis auf einen gewissen Punct ausgetrocknet ist. Denn ist sie sehr feuchte, so wirket sie auf dasselbe sehr schnell. Ich bin daher bey jeglichem Versuche sehr darauf bedacht gewesen, die ganze Vorrichtung an einen Ort hinzustellen, wo die Temperatur so lange ziemlich einerley blieb, bis das Hygrometer einerley Punct etliche Stunden hinter einander unverändert hielt. Und ich nahm keine Bemerkung für richtig an, wenn mir nicht der Uebergang von der Kälte zur Wärme, unter einerley Umständen, eben dieselbe Veränderung, als der Uebergang von der Wärme zur Kälte darlegte. Diese Vorsicht ist besonders von Wichtigkeit, wenn man eine sehr geringe Quantität Feuchtigkeit in ein Gefäss mit recht trockner Luft, [**101**] z. E. von zwanzig, dreyssig bis vierzig Grade meiner Scale, hinein gebracht hat. Alsdenn wird der Uebergang von der Wärme zur Kälte anfänglich das Hygrometer mehr zur Feuchtigkeit bringen, als es ein ähnlicher Uebergang von der Kälte zur Wärme zum Trockenen führet; nach und nach stellet sich aber die Gleichheit her, und endlich, wenn die Feuchtigkeit gleichförmig zwischen Luft und Haar vertheilet ist, werden diese Wirkungen vollkommen gleich.

Endlich ist es nicht genug, den Versuch bey diesem oder jenem Grade der Feuchtigkeit anzustellen; denn die Wärme äussert bey den verschiedenen Graden der Feuchtigkeit und der Trockenheit nicht einerley Einfluss. Sie machet nur geringe Veränderungen am Hygrometer, wenn es sehr trocken; überaus grosse hingegen, wenn es feuchte ist.

---

*) Dass diese Langsamkeit von der Luft und nicht vom Werkzeuge herrühret, ist daraus erweislich, weil das Haarhygrometer seine Veränderungen im leeren Raume äusserst schnell machet; wie wir im VI. Hauptstück dieses Versuches sehen werden.

Dieserwegen habe ich anfänglich die Luft in der Kugel so weit ausgetrocknet, bis das Hygrometer ungefähr auf fünf und zwanzig Grade meiner Leiter rückte*). Blieb es auf diesem Puncte stehen, so erforschte ich sodann die Veränderungen, welche vier [102] oder fünf Grade Wärme, bald mehr, bald weniger, am Hygrometer in dieser ausgetrockneten Luft hervorbrachten. Ich sage vier oder fünf Grade, weil ein Irrthum in der Beobachtung, und ein Fehler am Werkzeuge, gar zu beträchtliche Veränderungen verursachen würden, wenn man den Unterschied der Grade kleiner nehmen wollte, und weil von einer andern Seite das Gesetz, wornach diese Veränderungen erfolgen, sich nicht genugsam erkennen liesse, wenn man einen grössern Unterschied der Grade zum Grunde legte.

Nachdem ich auf diese Weise die Veränderungen des Hygrometers in einer sehr trocknen Luft bemerket hatte, und folgends diejenigen beobachten wollte, welche es in einer minder trocknen oder feuchtern Luft machen würde, so that ich eine etwas angefeuchtete Charte in die Kugel, und nahm sie gleich heraus, so bald ich am Hygrometer die erste Bewegung zur Feuchtigkeit erblickte. Darauf verschloss ich die Kugel vom neuen, und verstattete diesen eingelassenen Dünsten Zeit, sich gleichmässig zu vertheilen und in der Luft so wohl als im Haare ins Gleichgewicht zu kommen. Nachdem das Werkzeug vier oder fünf Grade zur Feuchtigkeit gerücket war, so untersuchte ich abermals, was es von vier oder fünf Grad mehr oder weniger Wärme für Veränderungen leiden würde; und so bin ich stufenweise bis zur vollkommenen Sättigung fortgegangen.[18]) Nachdem ich diese Untersuchungen verschiedenemal wiederhohlet, so habe ich die wenigen Wahrnehmungen, wo mir die grössern Abweichungen einigen Irrthum, oder Unaufmerksamkeit verriethen, gänzlich bey Seite gesetzet, und nur die mittlern von denenjenigen beybehalten, auf die ich

---

*) Ich habe diese Untersuchungen blos für die Grade der Feuchtigkeit angestellet, die über fünf und zwanzig hinausgehen. Denn bey diesem Grade der Austrocknung hält die Luft das Wenige von Feuchtigkeit, so ihr noch übrig bleibt, sehr stark an sich, und es wird auch einige Zeit erfordert, ehe sich diese Feuchtigkeit unter das Haar und die Luft gleichmässig vertheilet. Ausser dem würden diese Untersuchungen beynahe ganz unnütze gewesen seyn; denn in der That, man wird niemals sehen, dass das Hygrometer in freyer Luft auf einen Grad der Trockenheit weiter, als fünf und zwanzig zu stehen kömmt.

mich, ihrer Uebereinstimmung wegen, mehr verlassen konnte, auch mich überhaupt [103] bemühet, regelmässige Linien durch alle Puncte zu ziehen, die ich durch unmittelbare Beobachtungen solchergestalt bestimmt hatte.

§ 90.

Veränderungs-Tabelle.

Tabelle der Veränderungen, welche ein Grad Wärme *) im Haarhygrometer zu wege bringt, nach dem Grade von Feuchtigkeit, den es anzeiget.

Grad des Hygr.	Veränderungen für einen Gr. Wärme.	Grad des Hygr.	Veränderungen für einen Gr. Wärme.	Grad des Hygr.	Veränderungen für einen Gr. Wärme.
25	0,450	50	1,283	75	2,145
26	0,483	51	1,316	76	2,196
27	0,517	52	1,350	77	2,251
28	0,550	53	1,383	78	2,311
29	0,583	54	1,416	79	2,374
30	0,616	55	1,450	80	2,441
31	0.650	56	1,483	81	2,494
32	0,683	57	1,516	82	2,545
33	0,716	58	1,550	83	2,594
34	0,750	59	1,583	84	2,642
35	0,783	60	1,616	85	2,689
36	0,816	61	1,650	86	2,734
37	0,850	62	1,683	87	2,777
38	0,883	63	1,716	88	2,819
39	0,916	64	1,750	89	2,860
40	0,950	65	1,783	90	2,899
41	0,983	66	1,816	91	2,937
42	1,016	67	1,850	92	2,973
43	1,050	68	1,883	93	3,008
44	1,083	69	1,916	94	3,042
45	1,116	70	1,950	95	3,074
46	1,150	71	1,983	96	2,427
47	1.183	72	2,016	97	1,780
48	1,216	73	2,054	98	1,552
49	1,250	74	2,098	99	1,324
				100	1,096

*) Das Thermometer, worauf sich diese Grade beziehen, ist das Reaumürsche; ein Merkurialthermometer, worin der Eispunct mit 0

Man sieht in dieser Tabelle, wenn das Hygrometer auf den 27sten Grad seiner Scale gekommen ist, dass alsdenn ein Grad Veränderung in der Lufttemperatur ungefähr einen halben Grad Veränderung zu wege gebracht habe; beym 42sten Grade sind die Veränderungen in beyden Werkzeugen gleich, das heisst, der Unterschied von einem Grade im Thermometer giebt einen Unterschied ebenfalls von einem Grade im Hygrometer; aber die Veränderungen des letztern werden doppelt beym 72sten, und dreyfach beym 93sten Grade.

Und, wenn man auf die Stufen Achtung giebt, wie die hygrometrischen Veränderungen zunehmen, so wird man sehen, dass sie vom 25sten bis 72sten Grad nach einer arithmetischen Progression wachsen, und dass in diesem Raume der Unterschied [**105**] zweyer an einander gränzender Puncte durchgehends der dreyssigste Theil eines Grades sey: dass vom 72sten bis 82sten dieser Unterschied nicht mehr derselbe bleibe, sondern von einem Puncte bis zum andern in arithmetischer Progression zunehme; dass er vom 72sten bis 80sten Grad am geschwindesten wachse, weniger aber von 80 bis 89, und noch weniger von 89 bis 95, und dass endlich bey 95 Graden die höchste Staffel dieser Veränderungen sey, die sich zu 96 schnell, und bis zu 100 stufenweise verringern.

Es wäre schöner gewesen, wenn ich durch alle diese Veränderungspuncte eine einförmige und regelmässige krumme Linie gezogen hätte. Ich habe mir aber hier, so wie sonst überall, das Gesetz gemachet, der Erfahrung Schritt vor Schritt nachzugehen, ohne sie an metaphysische Begriffe von Regelmässigkeit und Uebereinstimmung zu binden. Nun ist unter allen in der Tafel befindlichen Zahlen von 25 bis 98, keine einzige, welche um ein Zehntheil Grad vom Mittel der über einen Grad angestellten Versuche abweicht. Allein für den 99sten und 100sten Grad habe ich keinen genauen Versuch machen können, weil das Hygrometer nicht anders auf diese Puncte zu stehen kömmt, als wenn die Seiten des Gefässes, worinne es steht, durchgängig feuchte geworden sind, und man begreift sehr wohl, wenn in einem Gefässe zu viel Feuch-

---

und der Wassersiedpunct, bey sieben und zwanzig Zoll Barometerhöhe, mit 80 bezeichnet ist. Die Einwirkung von einem Grad Wärme aufs Hygrometer ist in allen Temperaturen einerley, wenigstens vom siebenten Grade unterm Gefrierpuncte, bis zum zwanzigsten über demselben.

tigkeit vorhanden ist, selbiges zu Versuchen dieser Art nicht weiter schicklich sey. Ich habe demnach angenommen, dass die Veränderung von 98 bis 99, und von 99 bis 100, nach eben derselben Quantität, wie von 97 bis 98 abnehme, als welche mir aus Wahrnehmungen bekannt war; und so unvollkommen auch die, bey diesen Puncten angestellten Versuche sind, so kann ich doch vermuthen, **[106]** dass die angenommenen Zahlen von den wahren nicht sehr abgehen werden.

§ 91.

Gebrauch dieser Tabelle.

Um von dieser Tabelle Gebrauch zu machen, muss man auf ihre Bestimmung zurückgehen, nämlich hygrometrische Beobachtungen, die bey unterschiedlichen Graden der Wärme angestellet sind, auf ein gemeinschaftliches Maass zu bringen, oder die Grade zu erkennen, welche die Hygrometer angezeiget hätten, wenn der Grad der Wärme an den verschiedenen Orten, wo sie beobachtet sind, eben derselbe geblieben wäre. Ich nehme solchergestalt an, das Hygrometer zeige auf der Ebene 80 Grad, und das Thermometer 15, während dass auf dem Berge ersteres 96, und letzteres 7 Grade hält. Man will wissen, an welchem dieser Orte eigentlich die grössere Menge Wasser in der Luft sey. Dies zu erforschen, müsste man den Grad suchen, welchen das Hygrometer auf dem Berge anzeigte, wenn die Luft, ohne eine andere Veränderung, als durch die Temperatur zu leiden, vom 7ten bis zum 15ten Grad der Wärme heraufrückte; oder denjenigen Grad, welchen das Hygrometer in der Ebene halten möchte, wenn die Luft vom 15ten bis zum 7ten Grade kälter würde. Ich sehe aus der Tabelle. wenn das Hygrometer bey achtzig steht, dass der erste Grad der Erkältung es um 2,441 höher, oder es ungefehr auf $82\frac{1}{2}$ bringt, dass der zweyte Grad der Kälte selbiges auf 85, der dritte Grad auf $87\frac{2}{3}$, der vierte auf $90\frac{1}{3}$, der fünfte auf $93\frac{1}{4}$, der sechste auf $96\frac{1}{4}$, alsdann der siebende etwas über 98, endlich der achte und letzte Grad der Erkältung es ganz nahe bey 100, oder **[107]** an den Punct der Sättigung bringt. Daraus folget, wenn gleich das Hygrometer auf dem Berge 16 Grade Feuchtigkeit mehr anzeiget, dass die Luft daselbst wirklich weniger Wasser oder Dünste, als die in der Ebene enthalte.[19])

Auf die nämliche Art lassen sich Beobachtungen vergleichen, die an einerley Orte zu verschiedenen Zeiten angestellet sind.

Man sieht auch aus diesem Beyspiele, das Hygrometer könne mittelst der Tabelle zugleich darzu dienen, dass man inne wird, wie weit die Luft noch von dem Puncte der Sättigung entfernet sey; das ist, wie viel Grade sie noch kälter werden müsse, wenn der Thau in ihr entstehen, oder wenn sie einen Theil der in ihr enthaltnen Dünste niederzuschlagen anfangen soll.

§ 92.

Eine andere Tabelle zu ähnlichem Gebrauche.

Damit aber die Rechnungen dieser Art noch mehr abgekürzet und erleichtert würden, so habe ich nachstehende Tabelle verfertiget. Die erste Spalte derselben hat die Grade des Thermometers; die zweyte, als die umgekehrte der vorhergehenden Tabelle, zeiget für jeglichen dieser Grade, wie viel sich die Wärme verändern müsse, wenn sie das Hygrometer um einen Grad verändern soll, und die dritte, worinne jegliches Glied aus der Summe des ihm zugehörigen, und der übrigen folgenden Glieder, in der zweyten Spalte, besteht, zeiget den Grad der Sättigung der Luft an.

Wenn demnach das Hygrometer auf 71 Grade steht, und ich diese Tabelle zu Rathe ziehe, so lehret [**108**] mich die Zahl 0,504, welche in der zweyten Spalte der 71 gegen über steht, dass bey diesem Grade von Feuchtigkeit ein halber Grad Vermehrung oder Verminderung der Luftwärme hinlänglich sey, das Hygrometer um einen ganzen Grad zu verändern; und die Zahl 12,333, welche ihr in der dritten Spalte zugehöret, lehret mich, dass bey eben diesem Puncte, dafern die Luft um $12\frac{1}{3}$ Grad kälter wird, das Hygrometer auf 100 kommen, und die Luft nahe daran seyn würde, den Thau fallen zu lassen.

Gleichergestalt sehe ich, dass bey 40 Graden, als dem Puncte der grössten Trockenheit, die ich in freyer Luft jemals bemerket habe, ein und ein 20tel Veränderung im Thermometer nöthig sey, wenn sich das Hygrometer um einen Grad verändern soll, und dass die Luft um $34\frac{7}{10}$ Grade kälter werden müsse, wenn sie den Punct der Sättigung erreichen soll.

Tabelle, welche anzeiget, wie viel die Wärme vermehret oder vermindert werden müsse, um das Hygrometer nach dem Puncte, worauf es steht, um einen Grad zu verändern; ingleichen wie viel Grade der Erkältung nöthig sind, um es zum Puncte der Sättigung zu bringen.

I. Grade des Hygr.	II. Veränder. des Therm. für 1 Gr. des Hygrom.	III. Abstand vom Puncte der Sättigung.	I. Grade des Hygr.	II. Veränder. des Therm. für 1 Gr. des Hygrom.	III. Abstand vom Puncte der Sättigung.
25	2,222	57,712	62	0,594	17,299
26	2,070	55,490	63	0,583	16,705
27	1,934	53,420	64	0,571	16,122
28	1,818	51,486	65	0,561	15,551
29	1,715	49,668	66	0,551	14,990
30	1,623	47,953	67	0,540	14,439
31	1,538	46,330	68	0,531	13,899
32	1,464	44,792	69	0,522	13,368
33	1,397	43,328	70	0,513	12,846
34	1,333	41,931	71	0,504	12,333
35	1,277	40,598	72	0,496	11,829
36	1,225	39,321	73	0,487	11,333
37	1,176	38,096	74	0,476	10,846
38	1,333	36,920	75	0,466	10,370
39	1,092	35,787	76	0,455	9,904
40	1,053	34,695	77	0,444	9,449
41	1,017	33,642	78	0,433	9,005
42	0,984	32,625	79	0,421	8,572
43	0,952	31,641	80	0,410	8,151
44	0,923	30,689	81	0,401	7.741
45	0,896	29,766	82	0,393	7,340
46	0,869	28,870	83	0,386	6,947
47	0,845	28,001	84	0,379	6,561
48	0,822	27,156	85	0,372	6,182
49	0,800	26,334	86	0,366	5,810
50	0,779	25,534	87	0,360	5,444
51	0,760	24,755	88	0,355	5,084
52	0,741	23,995	89	0,350	4,729
53	0,723	23.254	90	0,345	4,379
54	0,706	22.531	91	0,340	4,034
55	0,690	21,825	92	0,336	3,694
56	0,674	21,135	93	0,332	3,358
57	0,660	20,461	94	0,328	3,026
58	0,645	19,801	95	0,325	2,698
59	0,632	19,156	96	0,412	2,373
60	0,619	18,524	97	0,562	1,961
61	0,606	17,905	98	0,644	1,399
			99	0,755	0,755

§ 93.

Diese Tabellen verschaffen auch noch den Vortheil, dass man aller Verbesserung wegen der hygrometrischen und pyrometrischen Zusammenziehungen entübriget seyn kann. Man hat jederzeit befürchtet, bey Hygrometern dieser Art möchte die Wärme auf die Materie des Hygrometers, als auf einen metallischen Körper wirken, sie ausdehnen oder verlängern, und diese Ausdehnung, als eine Wirkung der Wärme, möchte der Feuchtigkeit beygemessen werden. In dem V. Hauptstücke des ersten Versuches haben wir das Haar unter diesem Gesichtspuncte betrachtet, und seine Verlängerung für einen gegebenen Grad der Wärme bestimmt. Wenn man aber die in unterschiedlichen Graden von Wärme angestellten Observationen unter sich vergleicht, und dabey die Correctionen nach den zwo vorhergehenden Tabellen zur Hand nimmt, so kann man diese Betrachtungen gänzlich bey Seite setzen, weil jede dieser Observationen, woraus die Tabellen entstanden sind, den Unterschied [111] zwischen der pyrometrischen und hygrometrischen Wirkung der Wärme ausdrücket, und folglich das letzte Resultat der Wirkung von Wärme und Kälte auf das Hygrometer darleget. Habe ich demnach bemerket, wenn das Hygrometer bey 41 oder 42 stand, dass alsdenn ein Grad Wärme es um einen Grad zur Trockenheit brachte, so weis ich, dass unter diesen Umständen die Zusammenziehung durchs Ausdünsten, die Ausdehnung durch Wärme dergestalt übertreffe, dass am Ende noch eine Zusammenziehung von einem Grad dadurch herauskomme. Ich habe also keiner weitern Verbesserung nöthig.

§ 94.

Warum das Haar von der Wärme mehr leidet, wenn es feuchter ist.

Ehe ich dieses Hauptstück beschliesse, muss ich noch die Ursache der ungleichen Veränderungen im Hygrometer in Betrachtung ziehen. Warum ist der Einfluss der Wärme um so viel grösser, je feuchter das Haar ist? Dieses Phänomen scheint sich auf die Art derjenigen Verwandtschaft zu gründen, der ich den Namen hygrometrische Verwandtschaft beygeleget habe. §. 41—43. Die Kraft des Haares, die Dünste der Luft einzusaugen, oder das Wasser, wovon es durchdrungen

ist, an sich zu halten, wird um so viel grösser, je weniger es Wasser enthält, und um so viel schwächer, je näher es ist, davon gesättiget zu werden.

Wenn daher das Haar sehr feuchte ist, so hält es das eingesogene Wasser nur schwach zurück, und die geringste Wärme ist hinlänglich, ihm einen beträchtlichen Theil davon zu nehmen, und selbigen in elastische Dünste aufzulösen. Je mehr er aber [112] austrocknet, desto stärker wird seine Verwandtschaft mit dem noch übrigen Wasser, und es ist ein viel höherer Grad von Wärme nöthig, wenn es sich von ihm entbinden soll. [20])

§ 95.

Gränzen dieser vermehrten Wirkung.

Warum wird dieser Einfluss der Wärme geringer, wenn sie über den 15ten Grad hinaus ist? Die Ursache ist, weil die letzten Grade der Ausdehnung, die das Haar von der Feuchtigkeit bekömmt, eine grössere Quantität Wasser zu erfordern scheinen; es muss von Feuchtigkeit vollgesogen, und beynahe nass seyn, wenn es den höchsten Punct der Feuchtigkeit genau erreichen soll, und dieserwegen gehöret ein beträchtlicherer Grad von Wärme dazu, um diese Quantität Wasser zu verflüchtigen. Dies ist demnach eine Unvollkommenheit, die das Haar noch vom Auslaugen in kalischen Salzen an sich hat. Denn an solchen, die zu stark gelauget worden, ist dieser Fehler viel merklicher. Sie müssen vie länger in den Dünsten bleiben, und erfordern einen grössern Ueberfluss von Nässe, um ihren Punct der Feuchtigkeit zu erreichen; auch sind die Wirkungen der Wärme, in der Nähe dieses Punctes, bey ihnen merklich geringer. Dieses war eine von den Ursachen, warum ich die Art, meine Haare zu laugen, und sie für Hygrometer am geschicktesten zu machen, so sorgfältig beschrieben habe. Ich würde dieser Behandlung selbst sehr gerne überhoben gewesen seyn, und einige mechanische Mittel möchten die dadurch erlangte Empfindlichkeit des Haares vielleicht ersetzet haben. Es ist aber dadurch der Rückgängigkeit desselben abgeholfen worden, (§. 15.), die bey rohen Haaren jederzeit [113] mehr oder weniger merklich ist, und um so viel grössere Irrthümer veranlassen kann, so viel geringer die unmittelbaren Veränderungen sind.

§ 96.

Diese Tabellen beziehen sich nur aufs Haarhygrometer.

Uebrigens muss ich anmerken, dass diese Tabellen nur fürs Hygrometer mit dem Haare gelten; wenigstens wäre es ein seltner Zufall, wenn sich andere Körper nach den nämlichen Gesetzen der Veränderungen richteten, die nur Folgen der vereinten Wirkungen vom Wasser und vom Feuer sind. In diesem Falle müssten diese Körper und das Haar gänzlich einerley Verwandtschaften und Structur haben, welches doch schwerlich zu vermuthen ist.

Es wird aber noch wahrscheinlicher, dass diese Gesetze in den unterschiedlichen Körpern verschieden sind; da sie sogar in ungleich gelaugten Haaren nicht gänzlich einerley bleiben. Die zu stark gelaugten leiden von der Wärme in den Graden 70—97 nach meiner Scale mehr, und weniger in allen übrigen Puncten. Die aber genau, nach der Vorschrift des II. Hauptstückes im ersten Versuche, gelauget sind, gehen völlig nach dem Gesetze der hier beygefügten Tabelle, oder weichen doch nur äusserst wenig davon ab. Die Naturforscher, welche entweder diese Tabelle, wie sie da ist, gebrauchen, oder die Versuche, deren Resultate sie enthält, berichtigen wollen, müssen zu allererst davon versichert seyn, dass das Haar ihres Hygrometers gerade so viel, wie die meinigen, gelauget worden, oder welches einerley ist, dass es sich, von der äussersten Trockenheit bis zur [**114**] grössten Feuchtigkeit, auf jeden Fuss $3\frac{1}{2}$ Linie strecke, oder genau um 0,0245 Theile seiner Länge zunehme.[21])

Fünftes Hauptstück.

Was ist für ein Verhältniss zwischen den Graden des Hygrometers und der Menge Wassers in der Luft.

§ 97.

Einleitung.

Wir haben gesehen §. 59, es sey eine von den Haupteigenschaften eines vollkommenen Hygrometers, dass es sich in seinem Gange nach der Quantität Wassers, oder Dünste in der Luft, genau richtet.

Es könnte aber ein Hygrometer auch ohne diese Eigenschaft sehr gut seyn, wenn man ein Mittel hätte, das Verhältniss seiner Grade zu der Quantität der Dünste durch genaue Versuche zu bestimmen. Dieses habe ich durch mein Hygrometer zu bewerkstelligen gesuchet: man wird aber sehen, dass diese schwere Arbeit noch lange nicht an ihrer Vollkommenheit sey.

§ 98.

Untersuchungen, wie viel Wasser ein Cubikfuss Luft auflösen kann.

Ich habe geglaubet, man müsse zuerst untersuchen, was für eine Quantität Wasser beynahe nöthig [115] sey, ein gegebenes Volumen, z. E. einen Cubikfuss Luft zu sättigen; nachher diese Quantität in eine gewisse Anzahl von gleichen Theilen zu zerlegen, und darnach allmälig ein bekanntes Volumen von Luft einzutheilen; diese Luft ferner durch gleiche Stufen von der Trockenheit bis zur grössten Feuchtigkeit zu bringen, und den Gang des Hygrometers zu gleicher Zeit zu bemerken.

§ 99.

Allgemeine Vorstellung des Verfahrens bey diesen Untersuchungen.

Diese vorläufige Aufgabe, nämlich die absolute Quantität Wassers in einem gegebenem Raume von Luft zu bestimmen,

erfordert nothwendiger Weise ein sehr empfindliches Hygrometer, in welchem die äussersten Puncte der Feuchtigkeit und Trockenheit sehr genau bestimmet sind. Nun hat das Haarhygrometer diese Eigenschaften im vorzüglichsten Grade an sich. Daher scheint es, diese Aufgabe lasse sich durch Hülfe desselben sehr leicht auflösen; es sey dazu insbesondere erforderlich, dass man ein grosses Gefäss habe, in dieses ein Haarhygrometer einschliesse, die Luft im Gefässe vollkommen austrockne, nachgehends eine bekannte Menge Wasser in dasselbe hineinbringe, den Gang des Hygrometers, und vornehmlich den Augenblick bemerke, wenn es den Punct der grössten Feuchtigkeit erreichet, und alsdenn zusehe; wie viel das hineingesetzte Wasser Abgang erlitten habe; dieser Abgang wird die Quantität des in der Luft aufgelösten Wassers anzeigen, und wenn das Verhältniss der Grösse des Gefässes zu einem Cubikfuss bekannt ist, so wird man auch die Quantität [**116**] Wasser wissen, die in einem Cubikfuss mit Feuchtigkeit gesättigter Luft enthalten ist.

Es muss aber dieser Versuch mit der vorsichtigsten Ueberlegung angestellet werden, wenn man daraus etwas gewisses ziehen will.

§ 100.

Erste Vorsicht, die man anzuwenden hat.

Zuerst wird erfordert, dass weder die Substanz des Gefässes, noch einer von den darin eingeschlossenen Körpern im Stande sind, wässerigte Dünste weder auszulassen noch einzusaugen. Denn dafern einige von diesen Körpern ausgelassene Dünste sich mit den Dünsten des ins Gefäss gesetzten Wassers vereinigten, so würde zur Sättigung der im Gefäss enthaltenen Luft um so viel weniger Wasser nöthig seyn. Und wenn im Gegentheil einer von solchen Körpern Dünste absorbirte, so würde es scheinen, die Luft habe mehr Wasser verzehret, als sie wirklich eingeschlucket hat. Es muss daher im Gefässe weder Holz, noch Papier, noch Leder, noch vornehmlich das geringste Salztheilcheu gelassen werden, wenn man die Luft durch Hülfe solcher absorbirenden Salze austrocknet.

§ 101.

Zweyte Vorsicht.

Hiernächst muss man äusserst bedacht seyn, das Wasser nicht länger, als bis zum Puncte der Sättigung im Gefässe zu lassen. Denn wenn gleich die Luft gesättiget ist, so dünstet das Wasser noch immer aus, und setzet sich in Gestalt des Thaues an die Seiten des Gefässes an. Man muss auch sorgfältig [**117**] dahin sehen, dass die Luft überall um das Gefäss einerley Temperatur habe. Ist irgend ein Theil des Gefässes kälter als die übrigen, und wenn es nur um einen Grad wäre, so lässt sich die eingeschlossene Luft niemals vom Wasser sättigen; die Dünste schlagen beständig an den kälteren Theil an, selbst zu der Zeit, wenn das Hygrometer, seiner Anzeige nach, noch zehn bis zwölf Grade vom Punct der Sättigung entfernet ist. Diesen Fehler zu vermeiden, muss man das Gefäss an einen Ort stellen, wo von einer Seite nicht mehr Wärme oder Kälte auf dasselbe falle, als von der andern; und man muss es daher entweder in der Luft aufhängen, oder auf ein Gestelle setzen, von welchem es nur in wenig Puncten berühret wird. Geschieht letzteres nicht, so nehmen die Theile des Gefässes nächst am Gestelle, die Veränderungen der äussern Luft jederzeit langsamer an, als die übrigen. Es entstehen daraus nothwendig Ungleichheiten in der Temperatur, und folglich auch der sich anlegende Thau, den man doch vermeiden will. Und dennoch darf man sich bey aller dieser Vorsicht nicht schmeicheln, die Luft bis zum vollkommenen Puncte der Sättigung zu bringen, ohne dass die Dünste anfangen einigermassen an die innern Seite des Gefässes anzuschlagen. Es ist daher besser, vier bis fünf Grade unter diesem Puncte zu bleiben, und die Quantität Wasser, welche noch zur völligen Sättigung fehlen möchte, mittelst der Analogie herauszubringen.

§ 102.

Dritte Vorsicht.

Endlich ist nöthig, dass an dem Hygrometer im Gefässe, worin man diesen Versuch anstellet, ein sehr empfindliches Thermometer mit einer Metallleiter [**118**] angebracht sey, und

dass man genau den Grad der Wärme bemerke, den das Thermometer in dem Augenblicke anzeiget wo man die Luft für hinlänglich gesättiget hält; denn die Quantität Wasser, welche die Luft auflösen kann, ist nach dem Grade der Wärme dieser Luft sehr verschieden.

Die übrigen Erfordernisse, als, dass man ein recht reines Gefäss nehme, es genau verschlossen halte, recht bewegliche und richtige Wagen gebrauche, alles mit möglichster Geschwindigkeit verrichte, u. s. w. fallen, ihrer Nothwendigkeit wegen, von selbst in die Augen.

§ 103.

Resultat aus meinen ersten Versuchen.

Meine ersten Versuche habe ich in Glaskugeln von einem Fuss, auch von funfzehn bis sechzehn Zollen im Durchmesser, angestellet. Das Mittel unter vielen derselben hat mir 11 bis 12 Grane auf einen Cubikfuss gegeben; das ist, die von mir, so viel möglich, etwan bis 8 oder 10 Grad meiner Scale, ausgetrocknete Luft, hatte zu ihrer völligen Sättigung nur ungefähr 11 Gran Wasser auf einen Cubikfuss nöthig, und dieses bey vierzehn oder funfzehn Graden des in 80 gleiche Theile eingetheilten Thermometers.

§ 104.

Herrn *Lamberts* Versuche geben andere Resultate.

Dieser Erfolg wird denenjenigen sehr fremde vorkommen, denen die Versuche des Herrn *Lambert* bekannt sind. Dieser berühmte Mathematiker hat dafür gehalten, die Luft könne fast halb so viel Wasser einschlucken, als ihr Gewicht beträgt, d. i. beynahe 342 Gran in einem Cubikfuss. Allein ungeachtet [**119**] des Beyfalles, den die Gedanken dieses grossen Mannes überhaupt verdienen, glaube ich doch versichern zu können, dass er durch die von mir oben §. 104 angezeigten Ursachen, in einen Irrthum gerathen sey, und nicht bedacht habe, dass die Ausdünstung auch nach der völligen Sättigung der Luft annoch von statten gehe; indem die Dünste, so wie sie entstehen, sich an eine von den Seiten des Gefässes, worinnen sie verschlossen sind, ansetzen. Die geringste Unachtsamkeit hierbey konnte einen sehr beträchtlichen Irrthum nach sich

ziehen, da das Gefäss, worinnen Herr *Lambert* seinen Versuch anstellete, nur 39 Cubikzoll innern Raum, d. i. den 44sten Theil eines Cubikfusses enthielte. Diesemnach brachte ein Irrthum von einem einzigen Grane im Versuche, einen Irrthum von 44 auf einen Cubikfuss zuwege. (Mem. de l' Acad. de Berlin 1769. Essai d'Hygrométrie de Mr. *Lambert* §. 60 64.) Stellet man diesen Versuch mit einem Haarhygrometer im verschlossenen Gefässe an, so ist dieser Irrthum sehr leicht zu vermeiden. Wenn die Nadel sich dem Puncte der grössten Feuchtigkeit nähert, so muss man auf der Huth seyn, und das Wasser, oder den ausdünstenden Körper nicht zu lange in dem Gefässe lassen. Da hergegen die Darmsaite des Hygrometers, deren sich Herr *Lambert* bediente, den Punct der grössten Feuchtigkeit nicht anzeiget, und nicht aufhöret, sich aufzudrehen, wenn gleich die Luft völlig gesättiget ist; folglich verleitet dieses den Beobachter zum Irrthum, und machet, dass er glaube, die Feuchtigkeit nehme zu, selbst noch alsdenn, wenn sie keiner Zunahme mehr fähig ist.

[120] § 105.

Antwort auf einen hierbey entstehenden Zweifel.

Hätte man bey dem Puncte der Feuchtigkeit, am Haarhygrometer noch einigen Zweifel, und vermuthete, dass es vielleicht diesen Punct eher anzeige, als die Luft völlig gesättiget worden, so kann ich diesen Zweifel gänzlich heben. Denn ich habe das Wasser oftmals im Gefässe gelassen, wenn das Hygrometer auf den Punct der Sättigung gekommen war, und dabey beständig gesehen, dass die Thautropfen alsdenn anfiengen, sich irgendwo an die innere Fläche der Kugel anzusetzen, wenn selbige gehörig rein und durchsichtig war. Dieser Thau nun bewies, dass die Luft völlig gesättiget sey, weil sie die Dünste nach dem Maasse fahren liess, wie ihrer neue aufstiegen. Wenn ich den Theil des Gefässes, wo diese Tropfen hiengen, durchs Berühren, oder Reiben mit der Hand, sanft erwärmte, so verschwanden sie, kamen aber nach einigen Augenblicken an einem andern kältern Theile der innern Fläche aufs neue zum Vorscheine.

§ 106.

Antwort auf einen andern Zweifel.

Man könnte vielleicht vermuthen, als wenn das Verfahren, wodurch ich die Luft zur höchsten Trockenheit zu bringen suche, sie in den Zustand brächte, von einer minder beträchtlichen Quantität Wasser gesättiget zu werden. Aber diesen Einwurf zu heben, muss ich anzeigen, dass ich eben diese Versuche, zu sehr vielen Malen, mit reiner und unberührter Luft über einem erhabenen Erdreiche, die noch niemals unter einiger Behandlung gewesen, vorgenommen habe. [**121**] Die Erfolge sind jederzeit verhältnissmässig einerley ausgefallen. Ich sage verhältnissmässig, weil diese Luft, die weniger trocken, als die künstlich getrocknete war, eine minder beträchtliche Quantität Wasser einnahm.

§ 107.

Die Quantität von aufgelöstem Wasser ist vielleicht in freyer Luft noch geringer.

Die Achtung, welche ich nebst allen Naturforschern für die Beweise des Herrn *Lambert* habe, lässt mich gleichwohl keinen Zweifel in meine Versuche setzen. Die Sache geht noch weiter: ich muss aus eben diesen Versuchen glauben, dass in freyer Luft eine noch geringere Quantität Wasser hinlänglich sey, einen Cubikfuss derselben zu sättigen. Denn ich habe stäts bemerket, dass verhältnissmässig mehr Wasser erfordert werde, die Luft in einem kleinen Gefässe zu sättigen, als in einem grossen; ohne Zweifel, weil die inwendige Fläche des Gefässes, noch ehe die Luft völlig gesättiget ist, schon mit einem Theil Wassers beleget wird, welches inwendig in demselben ausdünstet. Nun ist diese Fläche in einem kleinen Gefässe verhältnissmässig grösser; und vielleicht ist die grosse Kleinheit der Gefässe, welche Herr *Lambert* gebrauchte, eine von den Ursachen, dass eben die Quantität Wasser in denselben ausdünstete.

Stellte man in dieser Absicht vergleichbare Versuche in sehr grossen und in sehr kleinen Gefässen an, so liesse sich dadurch die Quantität Wasser herausbringen, womit eine gegebene Glasfläche nach dem Grade der Feuchtigkeit beleget

wird, den die anliegende Luft hat. Aber wahrscheinlicher Weise würde [122] man nichts beständiges finden, und diese Quantität würde nach den verschiedenen Glasarten verschieden seyn. Grösser z. E. in den weichern und salzreichern, als in den härtern und gutgeschmolzenen.

Uebrigens lässt sich durch elektrische Versuche beweisen, dass dieser unsichtbare Dunst sich an die Fläche des Glases wirklich lange Zeit vorher anleget, ehe noch die Luft den dicken Thau absetzet, der sich bey ihrer Uebersättigung bildet.

Jeglicher, der sich mit der Elektricität abgegeben, wird oftmals gesehen haben, wie sich die elektrische Flüssigkeit längst an der Oberfläche der Glasuntersätze, mittelst der Dünste herabzieht, wenn sich dergleichen angesetzet haben, und dies zwar in einer Luft, die nicht ganz mit Dünsten gesättiget ist. Gewisse Glasarten scheinen diesem Fehler mehr als andere unterworfen zu seyn, und diesem vorzubeugen, muss man dergleichen Untersätze mit einem dünnen Firniss überziehen. Denn die wässerigten Dünste hängen sich nicht so leicht an harzigte Körper, als ans Glas an, weil das Wasser mit diesen fetten Körpern weniger Verwandtschaft hat, als mit den Erden und Salzen, woraus das Glas besteht.

§ 108.

Kugel, deren ich mich bey den schärfsten Versuchen bedienet habe.

Da mich diese Proben lehrten, wie wenig Wasser erforderlich sey, einen Cubikfuss Luft zu sättigen, so sahe ich wohl ein, dass ich diese Quantität Wasser ferner einzutheilen, nothwendig grössere Gefässe brauchen müsste. Ich war so glücklich, eine grosse Kugel, von schönem durchsichtigen Glase und [123] regelmässiger Gestalt zu bekommen. Es war nämlich ein länglichtes elliptisches Gefäss, dessen grosse Axe 25 Zoll $5\frac{3}{8}$ Linien, die kleinere 23 Zoll $5\frac{1}{8}$ Linien, und folglich der ganze Inhalt 4,25104 Cubikfuss betrug. Nehme ich für den Raum der in demselben eingeschlossenen kleinen Werkzeuge 0,00104, weg, so bleiben für den Inhalt $4\frac{1}{4}$ Cubikfuss, welches hinreichend ist, die Gefahr eines gröblichen Irrthums wenigstens sehr zu vermindern, und dasjenige, welches im Innern der Kugel vorgeht, demjenigen, was in freyer Luft geschieht, so viel möglich ähnlich zu machen.

§ 109.

Manometer, das ich in der Kugel anbrachte.

Indem ich diese Untersuchungen über die Quantität Wasser anstellete, die eine gegebene Menge Luft auflösen kann, so brachte ich ausser dem Hygrometer und dem Thermometer noch ein Barometer in meine Kugeln, um zu erfahren, ob die Luft, wenn die Dünste in sie hineindringen, dem Vorgeben nach, ausgedehnet werde, und was diese Quantität Dünste, zu der durch sie verursachten Ausdehnung für ein Verhältniss habe.

Bey dieser Untersuchung muss man die vorzüglichste Aufmerksamkeit aufs Thermometer richten. Denn ein Barometer, in einer wohl verschlossenen Kugel ist nur noch für die Elasticität der Luft empfindlich, und da diese mit der Wärme zunimmt, so muss die geringste Veränderung dieser Wärme auf dasselbe einen beträchtlichen Einfluss haben. Ich stellte daher mit gutem Bedachte Merkurial-Thermometer mit langen Leitern in die Kugeln, woran ich den zehnten, auch wohl den zwanzigsten Theil eines Grades [**124**] mit Gewissheit unterscheiden konnte. Ich hielt die Kugeln, so viel möglich war, vom Anfange bis zu Ende des Versuches in einerley Temperatur, und wenn sich, ungeachtet meiner Sorgfalt, einige Veränderung in der Wärme äusserte, so brachte ich sie in Anschlag, wie ich in der Folge zeigen werde.

Das Quecksilber des bey diesen Versuchen gebrauchten Barometers, welches ich darum ein Manometer nenne, weil es hier nicht die Schwere, sondern die Elasticität der Luft angab, hatte in der Röhre gekochet. Die Röhre ist, so weit sie in die Kugel geht, ganz bloss, damit ihre Einfassung den Versuch nicht etwa fehlerhaft machte. Sie geht durch eine Metallplatte, welche die obere Oeffnung der Kugel verschliesst, ist mit dieser Platte, so wie diese mit der Kugel, sorgfältig verklebet, und hat an dem Theile ausserhalb der Kugel, eine genaue Eintheilung.

§ 110.

Allgemeine Erfolge aus diesen Versuchen.

Mittelst dieser Einrichtung fand ich, dass eine Temperatur von 14 bis 15 Graden, die Elasticität der Luft ungefähr um

ein 54 Theil vermehrte, wenn sie durch die eingenommenen Dünste von der grössten Trockenheit zur grössten Feuchtigkeit gebracht wurde. Denn das Manometer stund vor dem Versuche auf 27 Zoll, nach demselben aber auf 27 Zoll 6 Linien. Eben der Erfolg zeigte sich, als ich den Versuch umkehrte; ich fieng an, die Luft in der Kugel beynahe zu sättigen, liess darauf die Dünste in derselben durch Salz einziehen, und ihre Elasticität verminderte sich ebenfalls um ein 54 Theil. Wir werden im [**125**] IV. Versuche die meteorologischen Folgen dieser Erfahrung in Betrachtung ziehen.

Ich begnügte mich aber nicht bey diesem summarischen Erfolge, sondern suchte noch zu erforschen, nicht nur, wie gross die ganze Zunahme der Elasticität der Luft sey, wenn sie von der Trockenheit zur grössten Feuchtigkeit übergeht, sondern auch, wie sich diese Zunahme stufenweise zu der Quantität Wasser oder Dünste verhalte, die sich mit der Luft vermischen. Ich brachte daher das Manometer in meine grosse Kugel, und erforschte von Linie zu Linie, die zu dessen Veränderung erforderliche Quantität Wasser. Diese Versuche will ich umständlich beschreiben, wenn ich zuvor einige, noch nicht berührte Stücke meiner Vorrichtung beschrieben habe.

§ 111.

Umständliche Beschreibung der ganzen Vorrichtung.

Eine runde zinnerne Platte, von 5 Zoll im Durchmesser, schliesst die Oeffnung meiner grossen Kugel; am Rande derselben ist ein Loch, wodurch die Röhre des Manometers, wie gesaget, hineingehen kann; sie ist an der Kugel sehr genau verklebet, so wie auch das Manometer mit derselben, und beyde bleiben in dieser Lage, während des ganzen Versuches, unverändert. Mitten in dieser Platte ist eine runde Oeffnung von 3 Zollen im Durchmesser, sie dienet, die Salze hinein zu lassen, wodurch die Luft in der Kugel ausgetrocknet wird; diese Oeffnung wird von einer kleinen Platte verschlossen, die oben auf der grossen verklebet wird. Diese kleine Platte hat in der Mitte ebenfalls eine runde Oeffnung, 6 Linien weit, wodurch die feuchte Leinwand, oder eine Röhre [**126**] voll Wasser in die Kugel hineingelassen wird, um im Innern derselben Dünste hervor zu bringen. Solchergestalt habe ich Oeffnungen von verschiedener Grösse angebracht, damit ich nur jederzeit so

viel öffnen dürfte, als ich gebrauchte, die unterschiedlichen, erforderlichen Körper in die Kugel zu bringen, und der äussern Luft so wenig als möglich Eingang zu verstatten. Alle diese Oeffnungen sind mit dem Wachse verklebet, dessen Zusammensetzung § 83. gelehret worden, und von dessen Ausdünstungen, wie ich gleichfalls daselbst angezeiget habe, das Hygrometer keinesweges gerühret wird.

In dieser also verschlossenen und verklebten Kugel sind, ausser dem Manometer, zwey Hygrometer, ein Fuss weit aus einander, doch so nahe an die Fläche der Kugel gestellet, dass ich ihre Eintheilungen mit einem Suchglase von drittehalb Zoll Brennweite noch deutlich sehen kann; auch ist darinnen das grosse, bereits angezeigte Thermometer eben so gestellet, dass ich es mit demselben Glase gut bemerken kann.

§ 112.

Salze, die ich beym Austrocknen der Luft gebrauchet habe.

Bey meinen ersten Versuchen, die Luft in der Kugel auszutrocknen, hatte ich mich des concentrirten Vitriolöls bedienet, weil es von schnellerer Wirkung ist, als das Weinsteinsalz. Ich fand aber, wenn die Austrocknung bis zu einem gewissen Puncte, etwa zu $\frac{3}{4}$ des Ganzen gekommen war, dass alsdenn das Phlogiston, entweder der Luft oder der Wachsausdünstung sich mit dem Vitriolöl vereinigte, es bräunlich machte, und eine elastische Feuchtigkeit erzeugte, [127] die zwar aufs Hygrometer nicht wirkte, aber das Manometer zum steigen brachte, und folglich meine Versuche über die Elasticität der Dünste in Unrichtigkeit setzte. Nach der Zeit habe ich jederzeit recht trockenes Weinsteinsalz gebrauchet, welches diese Unbequemlichkeit nicht an sich hat.

Ich bereite dieses Salz selbst aus einem Gemische von gleichen Theilen Weinstein und gestossenem Salpeter. Ich nehme einen grossen eisernen Tiegel, setze ihn in den Giessofen, lasse ihn daselbst glühen, und thue alsdenn nach und nach das Gemische von Salzen hinein. Nach der Abpuffung vermehre ich die Hitze stufenweise, bis der Tiegel recht Kirschroth glühet, und unterhalte ihn in diesem Zustande eine ganze Stunde, damit das Salz im stäten Sieden bleibe. Alsdenn stosse ich dieses Salz so heiss, ich möchte sagen, so flüssig wie es ist, in einem heissen und trocknen Mörser, und hebe es in einer gläsernen, mit Wachse verklebten, Phiole auf.

Ich habe mich auch der blättrigen Weinsteinerde mit gutem Erfolge bedienet; sie hat, wenn sie gebrannt und calcinirt ist, eine noch stärkere trocknende Kraft, als das verkalkte Weinsteinsalz. Dieweil sie aber bey Apothekern zu theuer ist, so können diejenigen, die diese Versuche wiederhohlen wollen, sich solche selbst zubereiten, wenn sie etwas Pottasche in Weinessig auflösen, und die überflüssige Feuchtigkeit abdämpfen lassen. Die Reinigung mit Weinsteingeiste, wodurch diese Waare allein theuer wird, ist zu unsern Versuchen keinesweges nöthig.

Ich thue zwey oder drey Unzen eines dieser Salze in eine flache Glasschale, hänge sie an drey feine, etwas lange, oben zusammengebogene Metalldrate, damit sie inwendig von der Platte, welche die Kugel [**128**] verschliesst, beynahe zum Mittelpuncte der Kugel herunter reicht.

§ 113.

Erzählung eines Versuches, der nach diesen Grundsätzen angestellet ist.

Nach allen diesen Zubereitungen schritt ich den 26sten Junius im Jahre 1781 zu einem Verfahren, welches, meines Bedünkens, alle Zuverlässigkeit an sich hat.

Ich liess meine grosse Kugel zween Tage offen, und im Winde an einem offenen Fenster stehen; ich blies so gar mit einem grossen Blasebalge oft herein, die Luft inwendig zu erneuern. Die Hygrometer in der Kugel standen damals auf demselben Puncte, wie die im Zimmer; das eine, mit gross R. bezeichnete, auf 79 Grade und 26 Hunderttheile*); das andere mit Q 80 Grade und 40 Hunderttheile; das Mittel davon ist 79,83. Das Thermometer hielt sich auf 14,65, und das Manometer 26 Zolle, 10 Linien, 031.

[**129**] So war die Beschaffenheit der Luft in der Kugel,

*) Ich will nicht sagen, als könnte ich an meinen Hygrometern gerade Hunderttheilchen von Graden unterscheiden; es sind nur Zehntheile, die ich durch Hülfe des Glases, und mittelst langer Gewohnheit, leichtlich erkennen kann. Diese Hunderttheile ergeben sich nur aus der Rechnung, wenn ich die auf dem Quadranten gestochenen Zirkelgrade, in Grade der allgemeinen Eintheilung nach hundert Theilen, verwandle (s. § 34). Am Thermometer unterscheide ich, wie oben gesaget ist, zwanzig Theile des Grades, und diese drücke ich der einförmigen und bequemen Rechnung halber, in Hunderttheilen aus.

als ich den 27sten Junius, um 9 Uhr des Morgens, die Glasschale hineinhieng, welche mit dem Drat und dem fixen Salze 3 Unzen, 3 Drachmen und 9 Grane wog; die Schale selbst nebst den Draten wog 1 Unze 6 Drachmen und $\frac{1}{4}$ Gran; folglich war das Gewicht des fixen Salzes 1 Unze 5 Drachmen $8\frac{3}{4}$ Grane.

Zwey Tage darnach, den 29. Junius zu Mittage, als die Hygrometer nicht mehr zur Trockenheit zu gehen schienen, merkte ich den Grad, worauf sie stille stunden. R. war 38,30. Q 39,45. folglich das Mittel 38,87. Die Hygrometer waren demnach 40,96, zur Trockenheit gerücket.

Die Tasse hatte in dem Augenblicke, als sie aus der Kugel genommen wurde, 24 Gran, 88 Hunderttheile am Gewichte zugenommen.

Was die Elasticität der Luft betrifft, so hatte sie sich durch Verdichtung dieser Quantität von Dünsten so weit vermindert, dass das Manometer von 26 Zollen 10 Linien, 031, auf 26, 7,094. oder 2 Linien, 937. gefallen war. Dabey war das Thermometer, während dem Versuche, von 14, 65, auf 15, 20, oder um 0,55 gestiegen. Da ich nun durch eine grosse Anzahl von Versuchen gefunden habe, dass ein Grad Veränderung im Thermometer das Manometer um 22 Sechzehntheile, oder um 1,375 Linie verändert*), so muss ich zu dem Falle

---

*) Herr *Roy* leget der Wärme eine viel grössere Ausdehnungskraft bey (Philos. Transact. 1777. p. 704), und schliesst aus seinen Versuchen, dass ungefähr beym 15ten Grad des Reaumurschen 80theiligen, oder dem 66sten des Fahrenheitschen Thermometers, ein Grad dieses letztern, die Luft um 2,58090 Tausendtheile ihres körperlichen Inhalts ausdehne. Aus meinen Versuchen finde ich, dass eben dieser Grad Wärme die Luft nicht mehr als 1,88615 erweitere. Denn 27 Zoll, welche die mittlere Elasticität der Luft ausdrücken, bey der ich meine Versuche angestellet habe, machen 324 Linien oder 5184 Sechzehntheile von Linien. Nun verhalten sich 5184 zu 22, wie 1000 zu 4,24383. Wenn daher nach meinen Versuchen ein Grad Wärme des Reaumurschen Thermometers das Manometer 22 Sechzehntheile von Linie zum steigen bringt, so dehnet er die Luft 4,24383 Tausendtheile ihres körperlichen Inhalts aus. Ein Grad *Reaumurs* verhält sich zu einem Grad *Fahrenheits*, wie 4 : 9. In meinen Versuchen würde daher ein Grad Fahrenheitschen Thermometers das Manometer nur $\frac{4}{9}$ von 4,24383, oder um 1,88615 Tausendtheile zum steigen gebracht haben. Der Unterschied zwischen des Herrn *Roy* und meinen Resultaten beträgt demnach 0,69475, folglich ein Drittel der von mir bemerkten Quantität.[22]) Er ist gleichwohl beträchtlich genug, dass ihn ein so genauer Beobachter, als Herr *Roy*, unmöglich begehen, ich ihn aber auch

des Manometers [**130**] noch 0,756 Linien hinzusetzen, als um welche es tiefer gestanden hätte, wenn das Thermometer [**131**]

---

bey meinen eigenen Versuchen nicht muthmassen kann; da meine zahlreichen Observationen höchstens eine Abweichung von 2 Sechzehntheil Linien, das ist ein Eilftel des Ganzen, und zwar eben so oft mehr, als weniger, gegeben haben. Daher ist dieser Unterschied nothwendig in der verschiedenen Anstalt zu suchen, die wir beyde getroffen haben. Das Gefäss, worin der Herr Oberst *Roy* die Luft verschloss, war eine birnförmige Kugel, fast wie an den gemeinen Barometern. Er giebt davon nicht den Durchmesser an; da aber die daran gefügten Röhren nur ein 15tel oder 25tel Zoll im lichten hatten, so muss diese birnförmige Kugel kaum über einen Zoll weit gewesen seyn, sonst hätten die Veränderungen des körperlichen Inhalts von der darin verschlossenen Luft ausserordentlich lange Röhren erfordert. Wir wollen indessen setzen, sie habe anderthalb Zolle im Durchmesser gehalten, so ist ihr Inhalt immer noch vier tausendmal kleiner gewesen, als der von meiner grossen Kugel. Nun ist es eine bekannte Sache, dass die Ausdehnung der Luft in Gefässen von so erstaunlich verschiedener Weite gar nicht einerley sey, indem die Luft durch die innere Fläche des Gefässes, worin sie enthalten ist, auf eine besondere Weise verändert wird; und diese Fläche ist in kleinen Gefässen verhältnissweise zu ihrem Inhalte grösser, als in grössern (s. § 117).

Ein anderes Stück, worinnen meine manometrischen Beobachtungen sehr von des Herrn *Roy* seinen abgehen, ist der Unterschied, der sich dabey zwischen trockner und feuchter Luft, in Absicht auf ihre thermometrische Ausdehnbarkeit ergiebt. Herr *Roy* hat entweder Wasser in Substanz, oder wässerigen Dunst in die Luft gebracht, die in seinem birnförmigen Manometer verschlossen war. Dieses Gemische hat er nachher in unterschiedliche Grade von Kälte und Wärme gebracht, und vornehmlich bey den stärkern Graden der Wärme gefunden, dass sich dies Gemische von Luft und Wasser oder Dunst, viel stärker auszudehnen suchte, als die reine Luft. Hierbey aber hat er, meines Erachtens, zwey Dinge mit einander vermischet, die er hätte trennen sollen, nämlich, die Verwandlung des Wassers in elastischen Dunst, und die Ausdehnung der mit diesem Dunste vereinigten Luft. Die Versuche des gegenwärtigen Hauptstückes beweisen, dass sich das Wasser bey seinem Verdünsten, in eine elastische Flüssigkeit verwandelt, welche die Luft, mit der sie in einem verschlossenen Gefässe durchgehends vermischet wird, zusammendrücket, wie solches von einem fremden Körper geschehen würde, den man mit Gewalt ins Gefäss hineindrängt. Wenn nun diese mit Wasser vermengte Luft der Wärme ausgesetzet wird, so ist die Kraft, womit sie auf das Quecksilber im Manometer drücket, nicht die Wirkung von der blossen einfachen thermometrischen Ausdehnung dieser Luft, die durch ihre Feuchtigkeit ausdehnbarer geworden; sondern diese Kraft ist das Product von zwo unterschiedlich wirkenden Ursachen: 1) von dem Drucke der neuen im Gefässe erzeugten elastischen Flüssigkeit; 2) von den vereinten thermometrischen Ausdehnungen der

den Versuch über unverändert geblieben wäre. Daraus folget, man müsse es dem kalischen Salze, welches [132] einen Theil der Dünste in der Kugel eingesogen, zuschreiben, dass das Manometer um 3 Linien, 693 Tausendtheilchen herabgesunken ist.

[133] § 114.

Folgen aus diesem ersten Versuche.

Es ist nöthig, die Erfolge dieses Versuches nach dem Cubikfuss zu berechnen. Da die Kugel $4\frac{1}{4}$, oder 4,25 Cubikfuss enthält, so muss man das Gewicht von 24 Gran 88 Hunderttheilen, durch 4,25 dividiren; das giebt 5,8546 für das Gewicht der Menge Dünste, die da wären verschlucket worden, wenn die Kugel nicht mehr als einen Cubikfuss Inhalt gehabt hätte.

Luft und der neuen Flüssigkeit. Um nun jeglicher dieser beyden Ursachen die ihr zugehörige Wirkung beyzulegen, muss man sie, wie ich hier gethan habe, von einander absondern. Ich habe Dünste in einem verschlossenen Gefässe hervorgebracht, ohne die Temperatur darin indessen zu ändern, und so habe ich die Grösse des Druckes von der neuen elastischen Flüssigkeit erkannt. Nachgehends habe ich, und zwar stäts in verschlossenen Gefässen, ungleich feuchte Luftmassen erwärmet, und dabey Sorge getragen, dass unter dem Versuche weder neuer Dunst entstünde, noch der bereits vorhandene sich verdichtete, und so habe ich den Einfluss der blossen Feuchtigkeit auf die thermometrische Ausdehnung der Luft erforschet. Dieweil ich aber diese Versuche nur in der Absicht vornahm, meine hygrometrischen Untersuchungen dadurch zu berichtigen, so habe ich sie nur vom 6ten bis zum 22sten Grad Reaum. Thermometers verfolget, und in diesen Zwischenraum meine vornehmsten Versuche eingeschränket. Dabey kann ich denn versichern, dass innerhalb dieser Gränzen, in welchen ich mit der äussersten Sorgfalt unzählig viele Proben angestellet habe, die völligst ausgetrocknete Luft, anstatt von der Wärme weniger ausgedehnt zu werden, mir vielmehr noch ausdehnbarer als die feuchte, selbst der Sättigung nahe Luft geschienen hat.

Ich will inzwischen durch diese Anmerkungen den Werth der Abhandlung des Herrn *Roy* keineswegs heruntersetzen: es enthält selbige die tiefsten und wichtigsten Untersuchungen, die insgesammt mit der vortrefflichsten Einsicht und der grössten Genauigkeit ausgeführt sind. Vielmehr suche ich den Urheber aufzumuntern, seine Versuche in grossen Gefässen, so weit solches angeht, zu wiederhohlen: besonders diejenigen, welche dahin abzielen, die Gesetze über die Ausdehnung der Luft in den Graden der Wärme zu bestimmen, zwischen welche die Beobachtungen des Barometers fallen können.

Daraus sehen wir, wenn die Feuchtigkeit der Luft durch 79,83 Grade des Hygrometers ausgedrücket wird, und man von einem Cubikfuss dieser Luft eine Menge Dünste, am Gewicht von 5,8546 Granen abzieht, dass das Hygrometer alsdenn um 40,96 Grade zur Trockenheit rücken werde; und dass die Elasticität der Luft, die zuvor 26 Zolle $10\frac{1}{32}$ Lin. oder alles in Linien und ihren Decimalen genommen 322,03125 betrug, nunmehr auf 318,33825 gebracht, und folglich um 3,693, oder ungefähr ein 88 Theil vermindert worden.

Indem also ein Gewicht von Dünsten von 5,8546 Gran verschlucket worden, so ist dadurch eine Quantität elastischer Flüssigkeit zerstöhret, die das Quecksilber auf 3,693 Linien erhalten konnte; und daraus lässt sich schliessen, dass jeglicher Gran [**134**] Wasser unter der Gestalt von Dünsten in einen Cubikfuss Luft eingeschlossen, eine elastische Flüssigkeit ausmachet, deren Kraft sich durch 0,592 Linien am Quecksilber ausdrücken lässt, und deren Dichtigkeit, wie wir im IV. Versuche hören werden, geringer als der Luft ihre, und zwar im Verhältnisse, ungefähr wie 3 zu 4 ist.

Ferner, weil das Verschlucken dieser 5,8546 Grane von Dünsten das Hygrometer um 40,96 Grad zur Trockenheit gebracht hat, so sehe ich, dass unter diesen Umständen ein einziger Gran Wasser in einem Cubikfuss Luft am Hygrometer eine Veränderung von 7,23 Graden machet.[23])

§ 115.

Zweyter Versuch zur Austrocknung.

Um das Austrocknen noch weiter zu treiben, so brachte ich vom neuen etwas frisch calcinirtes Salz in die Kugel. Beym Ende des ersten Versuches standen die Hygrometer ins Mittel auf 38,87; als ich aber die Kugel öffnete, so trat Luft von aussen hinein, und erfüllte den leeren Raum, welchen die vom Salz eingesogenen Dünste zurückgelassen hatten; und diese Luft, die nicht so trocken, als die in der Kugel war, brachte die Hygrometer auf 39,91.

Ich liess die Tasse voll Salz dreymal vier und zwanzig Stunden in der Kugel bey einer mittleren Wärme von 15,45, und fand ihr Gewicht nachher um 4 Gran 98 Hunderttheile mehr, als vor dem Hineinsetzen; das Hygrometer R. kam auf 29,66. und Q. auf 30,30, wovon das Mittel 29,98, ist.[24]) Es

war demnach 9,93 gefallen, und zwar durch die Wirkung von 4,98 Grane, die durch 4,25, dem Inhalte des Gefässes dividiret, 1,1718 geben. [**135**] Wenn nun 9,93, als die ganze Veränderung des Hygrometers durch 1,1718 dividiret wird, so ergiebt sich 8,47, die Anzahl der Grade, um welche das Hygrometer, durch Verschluckung von 1 Gran Dünste, unter diesen Umständen zur Trockenheit rücket.

Das Manometer fand sich beym Ende des Versuches genau auf eben demselben Puncte, worauf es stand, ehe das Salz in die Kugel gebracht wurde. Da aber mittlerweile die Luft um einen halben Gran wärmer geworden, und dadurch das Manometer um $\frac{11}{16}$ Lin. hätte steigen sollen, so ist dies ein Beweis, dass sich die Elasticität der Luft durchs Verschlucken der Dünste, um eben so viel, oder um 0,6875 Linien vermindert hat; und wenn man diese Zahl durch 1,1718 dividiret, so kömmt heraus 0,587, als ein Theil der Linie, auf welchem 1 Gran Wasser in einem Cubikfuss Luft verdünstet, das Quecksilber bey einer Temperatur von 15 Graden 45 Hunderttheilen erhält.

§ 116.

Ende des Austrocknens.

Mittelst zwo ähnlicher Verfahrungsarten brachte ich die Austrocknung bis zu 9,29 am Hygrometer R., und zu 9,05 am Hygrometer Q. Das Mittel war also 9,17. Ich wog diese letzten beyde male die Salze nicht, da sie nicht so lange der Luft ausgesetzet blieben, und da die Zunahme des Gewichts bey diesen Umständen so klein ausfällt, dass der geringste Irrthum grosse Abweichungen verursachet. Ich gieng auch im Austrocknen nicht weiter, da solches in so grossen Gefässen kaum möglich ist. Deswegen nahm ich die Tasse heraus, verklebte die Kugel, um den Versuch umgekehrt, das ist, mit Hervorbringung der Dünste zu machen.

[**136**]

§ 117.

Hervorbringung der Dünste in einer ausgetrockneten Luft.

Ich unternahm diesen Versuch mit mehr Zutrauen als den vorhergehenden; denn, wenn ich mich der Salze zur Austrocknung der Luft bediene, so befürchte ich jederzeit, es möchten

diese Salze etwa eine elastische Flüssigkeit in sich ziehen, oder hervorbringen, und dadurch den Erfolg, in Absicht auf die Elasticität der Dünste, fehlerhaft machen. Aber hier, wo die Kugel durchaus keinen verdächtigen Körper enthält, wo ich nichts als ein kleines Röllgen von weisser Leinwand, 25 bis 30 Grane schwer, mit reinem Wasser angefeuchtet hineinbringe, hier bin ich sicher, so weit man es im physischen immer seyn kann, dass die Veränderungen in der Kugel einzig und allein von der Ausdünstung dieses Wassers herkommen. Inzwischen beweisen doch die übereinstimmenden Erfolge in beyden Methoden, dass die von mir gebrauchten Salze blos auf die Dünste gewirket, und keine andere elastische Flüssigkeit weder erzeuget, noch verschlucket haben.

Durch eine Oeffnung von 6 Linien weit, lies ich diese kleine Rolle feuchter Leinwand hinein*), und hatte sie vorher noch abgetrocknet, damit sie nicht etwan träufeln, und die Körper, welche sie irgend [137] berührte, feuchte machen möchte. Ich hieng sie an einen krummen Haken, ziemlich ins Mittel der Kugel, verklebte sogleich die Oeffnung, wodurch sie hineingebracht worden, und bemerkte in dem Augenblicke den Stand des Manometers, des Thermometers und des Hygrometers.

§ 118.

Erstes Eintauchen meiner feuchten Leinwand in eine trockne Luft.

In dem Augenblick, als ich die Leinwand hineinthat, standen die Hygrometer, wie gesaget, ins Mittel auf 9,17, das Thermometer auf 14,75, und das Manometer auf 26 Zoll $10\frac{1}{16}$ Linien. Ich wollte die Luft Stufenweise durch 6 auf einander folgende Versuche sättigen, und wünschte daher den Augenblick zu bemerken, wo das Manometer um eine Linie höher gerücket war, weil die ganze Wirkung der Dünste bey diesem Grade von Wärme, wie ich bereits erinnert habe, ungefähr 6 Linien beträgt. Aber die Ausdünstung erfolgte etwas geschwinder, als

---

*) Ich bediene mich der feuchten Leinwand lieber, als des Wassers in Natur, weil dieses letztere so langsam ausdünstet, dass es sehr schwer wird, die Kugel die ganze Zeit über in einer beynahe einförmigen Temperatur zu erhalten, und ich wickelte die Leinwand noch ausserdem über einander, da sonst, wenn sie ausgebreitet wäre, die Ausdünstung zu schnell erfolgte.

ich es gedacht hatte; nach einer Stunde war das Hygrometer schon 19 Sechzehntheil einer Linie gestiegen, und das Thermometer ein 20 Theil gefallen. Ich nahm die Leinwand heraus und wog sie geschwinde, sie hatte 9 Gran und 6 Hunderttheile verloren, welche durch 4,25, dem Inhalte der Kugel dividiret, 2,1318 Grane auf einen Cubikfuss geben.

Das Manometer war um 1,1875 gestiegen, wozu man noch für den Fall des Thermometers 0,06875 hinzuthun muss; dieses machet überhaupt 1,25625, und wenn man diese durch 2,1318 dividiret, so kömmt 0,589 für den Theil der Linie heraus, [**138**] um welchen ein Gran Wasser, in Dünste aufgelöset, das Manometer höher gebracht hat.

Nachdem die Hygrometer mit der Luft ins Gleichgewicht gekommen waren, so blieben sie, R. bey 39,97, und Q. bey 39,45 stehen, wovon das Mittel 39,71 ist; nimmt man hiervon 9,17 hinweg, so bleiben 30,54, für ihre Veränderung übrig. Wird diese Zahl durch 2,1318, als die Anzahl Grane, die in jeglichem Cubikfuss Luft ausgedünstet sind, dividiret, so folget daraus, dass bey diesen Umständen ein Gran Wasser in einem Cubikfuss Luft vertheilet, die Hygrometer 14,37 Grade zur Feuchtigkeit gebracht hat.

§ 119.

Zweytes Eintauchen der feuchten Leinwand.

Als ich auf gleiche Art und nach gleicher Berechnung die Leinwand zum zweytenmale in die Kugel that, so löseten sich davon 8,29 Grane, oder 1,9515 für einen Cubikfuss in Dünste auf. Das Manometer stieg gerade um eine Linie, und da das Thermometer von 14,85, zu 14,70, oder um 0,15 fiel, so sind 0,20625 Theile der Linie hinzuzuthun. Daher gab diese Menge von Dünsten 1,20625, und die Wirkung eines in Dünste aufgelösten Granes Wasser war 0,614.

Die Hygrometer kamen von 39,71 auf 58,71. Ihre mittlere Veränderung war demnach 19 Grade, die durch 1,9515 dividiret, 9,73 geben, als die Wirkung, die ein Gran Wasser in einem Cubikfuss Luft aufs Hygrometer machet.

[139] § 120.

Drittes Eintauchen.

Die feuchte Leinwand ward zum drittenmale in die Kugel gehangen, und verlor darinnen 7,85 Grane, oder 1,847 auf einen Cubikfuss.

Das Manometer stieg genau eine Linie; dieweil aber das Thermometer von 15,60 zu 15,55, oder um 0,05 herunterfiel, so sind hier 0,06875 hinzuzusetzen. Seine Veränderung betrug daher 1,06875, woraus denn folget, dass ein Gran Wasser sich in eine elastische Flüssigkeit verwandelte, die das Quecksilber um 0,578 der Linie zum steigen brachte.

Diese Quantität Dünste verursachte, dass die Hygrometer von 57,17 zu 68,61 rückten, das ist 11,44, oder 6,19, für einen Gran in einem Cubikfuss.

§ 121.

Viertes Eintauchen.

Bey dem vierten Verfahren giengen 6,79 Grane vom Wasser in Dünste über, welches 1,5976 auf einen Cubikfuss beträgt.

Das Manometer kam eine Linie höher, weil aber das Thermometer ebenfalls gestiegen war, von 15,90, zu 16,05, so sind hier 0,20625 der Linie abzuziehen. Es bleibt also übrig 0,79375, welches für jeglichen Gran Wasser 0,497 Linie giebt.

Die Hygrometer standen auf 68,12, sie kamen auf 77,63; Unterschied 9,51; und für einen Gran Wasser in einem Cubikfuss Luft 5,95.

[140] § 122.

Fünftes Eintauchen.

Das vorhin berechnete Verfahren gab eine etwas geringere Quantität elastischer Flüssigkeit, als die vorhergehenden; dieses letzte hier giebt gegentheils, oder scheint wenigstens eine grössere Quantität desselben zu geben. Denn das Gewicht des verdunsteten Wassers betrug 6,25 Grane, oder 1,47 auf einen Cubikfuss, und durch diese Quantität stieg das Mano-

meter eine Linie, weniger ein zwey und dreyssig Theil, oder 0,96875, welches für einen Gran 0,659 ausmachet; denn weil das Thermometer auf 14,90 unverändert blieb, so war der Wärme halber keine Correction nöthig.

Die Hygrometer zeigten auf 83,82, kamen zu 93,87, der Unterschied also 10,05, dividiret durch 1,47, gab 6,83, als Wirkung eines Gran Wassers in einem Cubikfuss Luft.

§ 123.

Sechstes und letztes Eintauchen.

Dieweil hier, nach Anzeige der Hygrometer, die Luft nahe beym Puncte der Sättigung war, so versuchte ich den Augenblick zu erforschen, wo das Manometer nicht weiter steigen möchte. Denn, wie ich oben gesaget habe, man muss nicht so lange anstehen, bis die Hygrometer den Punct der grössten Feuchtigkeit erreichen; sie kommen dahin nur in den dicksten Nebeln, oder in einer Luft, die von Feuchtigkeit übersättiget ist. Durchs Manometer erlangen wir hierüber eine richtige Anzeige; wenn es sich nicht weiter beweget, so wird sicherlich kein elastischer Dunst ferner erzeuget, oder die Menge dieses Dunstes [**141**] in dem Gefässe nimmt wenigstens nicht mehr zu, er unterhält nur noch einige Bewegung in demselben, oder es entsteht davon gerade so viel, als sich inwendig gegen eine von den Wänden irgend ansetzet*). Da ich inzwischen den Versuch nicht gerne beendigen wollte, ohne gewiss zu seyn, das Manometer steige nicht weiter, so wartete ich, wie mich dünket, ein wenig zu lange, und es dunsteten einige Theile Feuchtigkeit ohne alle Wirkung weg. Denn 2,68 Grane, oder zu einem Cubikfuss gerechnet, 0,6306 Grane brachten das Manometer nur 0,25 zum steigen; dies beträgt für einen Gran Wasser nicht mehr als 0,396, welche Quantität noch geringer, als die mittlere unter den vorhergehenden ist.

Die Hygrometer stiegen von 94,56, zu 98,02, und folglich waren sie von einem Grane Wasser in einem Cubikfuss Luft 5,49 verändert worden. Das Thermometer litte bey diesem Verfahren keine Veränderung, es blieb stäts auf 15,05.

---

*) Aus diesem Versuche scheint es, die Luft sey bereits gesättiget, wenn das Hygrometer auf 98 Grade seiner Scale kömmt, und bey den zween letzten Graden 99 und 100 schon übersättiget.

§ 124.

Tabellen über die Erfolge bey den Versuchen.

Ich habe die Erfolge dieser beyden Versuche in Tabellen gebracht, damit ihre Verhältnisse zu einander leichter zu übersehen sind. Die neun Spalten dieser Tabellen haben jegliche oben die Anzeige ihres Inhaltes, und die Zahlen unter der Linie am Ende eines jeglichen Versuches, sind entweder die Summen der obern Zahlen in derselben Spalte, oder die mittlern unter diesen Zahlen.

[**142**] Erster Versuch § 113. 114. Verschluckung der Dünste.

I. Num. der Operat.	II. Gewicht der verschl. oder erzeugten Dünste in einem Cubf. Luft.	III. Grade d. Hygr. vor der Operat.	IV. Veränd. des Hygr.	V. Wirkung von 1 Gran Dünste aufs Hygr.	VI. Mittl. Höhe d. Therm. bey der Oper.	VII.[25] Höhe des Barom. währ. der Operat.	VIII. Veränd. des Manom.	IX. Wirk. von 1 Gr. Dünste aufs Manom.
No. 1	5,8546	79,83	40,96	7,23	14,70	26,10, 1	3, 6930	0,592
- 2	1,1718	39,91	9,93	8,47	15,45	27, 3, 5	0, 6875	0,587
	7,0264		50,89	7,85	15,07	27,019	4, 3805	0,589

Zweyter Versuch § 117. 123. Erzeugung der Dünste.

No. 3	2,1318	9,17	30,54	14,37	14,72	26,10,22	1,25625	0,589
- 4	1,9515	39,71	19,00	9,73	14,77	26,11,	1,20625	0,614
- 5	1,8470	57,17	11,44	6,19	15,57	27, 0,25	1,06875	0,578
- 6	1,5976	68,12	9,51	5,95	15,97	26,10,27	0,79375	0,497
- 7	1,4700	83,82	10,05	6,83	14,90	26,10, 5	0,96875	0,659
- 8	0,6306	94,56	3,46	5,49	15,05	26, 9,29	0,25000	0,396
	9,6285		84,00	8,09	15,16	26,10,29	5,54375	0,555

Dritter Versuch § 128.

No. 9	1,8752	33,44	35,84	19,12	4,50	26,11,11	1,00000	0,533
- 10	1,3060	69,28	18,66	14,29	5,00	27, 0, 6		
	3,1812		54,50	16,70	4,75			

Vierter Versuch § 129.

I. Num. der Operat.	II. Gewicht der verschl. oder erzeugte Dünste in einem Cubf. Luft.	III. Grade d. Hygr. vor der Operat.	IV. Veränd. des Hygr.	V. Wirkung von 1 Gran Dünste aufs Hygr.	VI. Mittl. Höhe des Therm. bey der Oper.	VII. Höhe des Barom. währ. der Operat.	VIII. Veränd. des Manom.	IX. Wirk. von 1 Gr. Dünste aufs Manom.
No. 11	1,1859	16,91	26,45	22,30	6,05	27, 3, 8	0,70625	0,595
- 12	1,2753	43,36	20,53	16,10	6,05	27, 4,29	0,93750	0,735
- 13	1,2447	63,89	18,30	14,70	6,05	27, 3,27	0,00000	0,402
- 14	1,0659	81,83	11,60	10,88	6,57	27, 1,14	0,65625	0,616
	4,7718		76,88	15,99	6,18	27, 3,12	2,80000	0,587

[143] § 125.

Resultate in Absicht aufs Hygrometer.

Betrachtet man anfänglich die Zahlen in der Vten Spalte, so wird man sehen, dass, vermöge des zweyten Versuches, das Hygrometer bey eben derselben Menge von Dünsten, stufenweise geringere Veränderungen hat, und zwar nach dem Maasse, wie es sich dem Puncte der Sättigung nähert. Sie scheinen sich blos in dem Verfahren No. 7. zu vermehren, es ist aber wahrscheinlich, dass ich in demselben einen Irrthum in Bestimmung des Gewichts der Dünste begangen, und das Gewicht derselben kleiner gefunden habe, als es wirklich gewesen. Denn die Zahl, welche die Veränderungen des Manometers in der IXten Spalte anzeiget, ist auch offenbar zu gross. Ausserdem beweisen die Erfolge von zween anderen Versuchen in derselbigen Tabelle einstimmig, dass die Anzahl Grade, um welche sich das Hygrometer bey einer gegebenen Quantität Dünste verändert, nahe beym Puncte der grossen Trockenheit sehr gross sey, sich aber nach und nach stufenweise bis zum Puncte der Sättigung vermindere.

Um den Grund dieser Erscheinung anzugeben, muss man,

meines Bedünkens, anmerken, wenn ein Haar, oder eine jegliche andere thierische Faser aus dem Trocknen zum Feuchten übergeht, das Wasser alsdenn, welches zwischen ihre Theile eindringt, keinesweges eine Verlängerung oder Erweiterung dieser Faser verursache, die blos und allein mit der Entfernung der Fasertheile von einander, sondern mit der Verminderung der Elasticität dieser Fiber, oder des Zusammenhanges ihrer Theile untereinander im Verhältnisse steht. Aber die ersten Theile der Feuchtigkeit vermindern diese Elasticität und diesen Zusammenhang [**144**] am meisten. Man sehe nur, bis zu welchem Grade ein recht trockenes Pergament fest, elastisch, klingend, und wenig ausdehnbar ist; und wie es weich, ja so zu reden ziehbar wird, so bald die Feuchtigkeit hineinzutreten anfängt. Eben so ist es mit dem Haare. Die ersten hineintretenden Wassertheilchen bringen darinnen eine zwiefache Wirkung hervor, sie verlängern es, so zu sagen, auf eine mechanische Weise, indem sie die Theile, zwischen welche sie eindringen, auseinander treiben, und sie verlängern es auch, indem sie es biegsam machen, damit es der Kraft des Gegengewichts nachgeben könne. Um so viel nun die Feuchtigkeit ihm seine Federkraft benimmt, um so viel wird diese zweyte Wirkung unmerklicher; und wenn es endlich nahe an der Sättigung ist, so verursachet das Wasser in ihm nur noch allein die mechanische Verlängerung.

§ 126.

Resultate in Absicht aufs Manometer.

Die Zahlen der IXten Spalte, welche die Veränderungen des Manometers ausdrücken, halten nicht einerley Progression; ihre Ungleichheit scheint keinem beständigem Gesetze zu folgen, und keine andere Ursache, als die Unrichtigkeiten der Versuche selbst, zu haben: Unrichtigkeiten, die schwer zu vermeiden sind, und die vornehmlich von der körperlichen Wärme der Person herkommen, welche die Oeffnungen der Kugel verklebet, und die Werkzeuge darinnen beobachtet. Man mag diese Behandlungen mit noch so vielem Fleisse vornehmen, und sich so weit als möglich von der Kugel halten, so wird die Luft dennoch so schnell von der Wärme getroffen, dass, wenn man die Veränderungen des Thermometers von Linie zu Linie [**145**] bemerket, die mindeste Vermehrung oder Vermin-

derung der Wärme einen beträchtlichen Unterschied bey dieser kleinen Quantität hervorbringt.

Beym vierten Versuche, den ich mit möglichster Sorgfalt anstellete, um dadurch einförmigere Erfolge, als die beym 2ten, zu erhalten, fand ich gleichwohl noch grössere Abweichungen, weil die Luft kälter war, und die Wärme des Körpers folglich einen grössern Einfluss hatte*). Da inzwischen diese Ursachen bald mehr bald weniger wirketen, so ist das Mittel unter den Erfolgen im 4ten Versuche gerade dasselbige wie im 2ten; denn dieses letzte zu erhalten, so muss man die sechste Operation, die mit Num. 8. correspondirt, weglassen, weil am Ende dieser Operation, wie ich bereits oben gesaget habe, etwas Feuchtigkeit ohne Wirkung ausdünstete.

Im ersten Verfahren kam ebenfalls eine Zahl heraus, die diesen beyden Mitteln sehr nahe ist, und es bleibt sehr wahrscheinlich, dass ein Gran Wasser, in einem Cubikfuss Luft verdünstet, eine elastische Flüssigkeit hervorbringt, welche das Quecksilber auf 0,587, oder auf 587 Tausendtheilchen einer Linie erhält.

[**146**] Was die Summe der elastischen Dünste betrifft, die erforderlich sind, einen Cubikfuss Luft zu sättigen: so muss man zu den 5,54375 Linien, welche durch Addirung der Zahlen in der VIIten Spalte herauskommen, noch 0,25036 für die 9 Grade 17 Hunderttheilgen hinzusetzen, welche an der völligen Austrocknung der Luft, beym Anfange des Versuches fehlten; man hat alsdenn 5,79411, oder in runder Zahl 6 Linien für 15 Grade Wärme, wobey das Barometer 27 Zolle hoch steht. Daraus folget, dass unter diesen Umständen in einer von Dünsten gesättigten Luft, ungefähr der 54ste Theil ihrer Elasticität diesen Dünsten zuzuschreiben sey.

---

*) Diese Ungleichheiten könnten einige Zweifel gegen die Versuche erregen, die ich zur Bestimmung der thermometrischen Veränderungen in der Luft angestellet habe (s. die Note zum § 113). Man muss aber wissen, dass ich bey diesen Versuchen die Wärme in der Kugel von 5 zu 6 Graden abänderte, wodurch ich 7 bis 8 Linien Veränderung im Manometer bekam: eine schon beträchtliche Quantität, bey welcher ein kleiner Irrthum wenig zu bedeuten hat. Da ich übrigens bey diesen Versuchen nicht nöthig gehabt, weder die Hygrometer zu beobachten, noch die Kugel zu verkleben, so waren die Beobachtungen nur von einem Augenblick, und stimmten unter sich völlig überein.

§ 127.

Resultate in Absicht aufs verdünstete Wasser.

Was das Gewicht des Wassers anlangt, wodurch diese Quantität elastischer Dünste erzeuget werden kann, so ist die Summe der in der IIten Spalte des 2ten Versuches enthaltenen Zahlen 9,6285, zu welchen man, nach der Analogie bey den ersten Operationen annoch 0,4072, für die 9,17 Grade hinzusetzen muss, welche beym Anfange des Versuches der völligen Trockenheit fehlten. Ferner ist noch zu bemerken, dass zwischen der IVten und Vten, durch die Num. 6 und 7 bezeichneten Operation, die Hygrometer, entweder durchs Erkalten der Kugel, die einen Grad Wärme verlor, oder durch den Zutritt äusserer Luft, der durch die Verdickung mittelst des Erkaltens verursachet worden, von 77,63 auf 83,82 kamen; und dass folglich annoch die Quantität Wasser hinzugethan werden müsse, die zu diesen 6,19 Graden Veränderung der Hygrometer erforderlich ist. Es ist wahr, man muss hierbey etwas mehr als [147] 2 Grade fürs Zurückgehen abziehen, als welches durch die Erwärmung der Kugel, in dem Zeitraume zwischen den beyden andern Operationen verursachet worden. Und wenn man auf diese Weise das gesammte Wasser, wodurch das Hygrometer von 0 auf 98 Grade in einer mittleren Temperatur von 16 Graden 15 Hunderttheilchen gebracht wird, so genau als möglich berechnet, so finde ich das Gewicht dieses Wassers 11 Grane 69 Tausendtheilchen.

Man wird meines Bedünkens, von der Wahrheit nicht weit abgehen, wenn man eilf Grane Wasser für einen Cubikfuss gesättigter Luft bey 15 Grad Temperatur rechnet; und wollte man hiervon noch etwas für die Feuchtigkeit abziehen, die sich an der innern Fläche der Kugel ansetzet, so würden nach einer runden Zahl 10 Grane für einen Cubikfuss im Freyen übrig bleiben.

§ 128.

Resultate aus dem dritten und vierten Versuche.

Ich will den IIIten und den IVten Versuch, deren Erfolge die Tabelle darleget, nicht umständlich durchgehen. Ich will blos sagen, dass im zweyten Verfahren (Operation) des IIIten

Versuches, welches mit Num. 10 im Verhältnisse steht, der elastische Dunst durch eine kleine unversehens gelassene Oeffnung aus der Kugel entwischte, und ich solchergestalt die Veränderung des Manometers nicht bemerken konnte.

Diese beyden Verfahren zeigen, wie einerley Quantität von Dünsten viel stärker aufs Hygrometer wirke, wenn die Luft kälter ist, und wie viel weniger Dünste zur Sättigung der Luft nöthig sind, je mehr ihre Wärme abnimmt. Wenn man diese beyden [**148**] Versuche durch die Analogie, wie ichs beym zweyten gethan habe, ergänzet, so wird man finden, dass im IIIten das Gewicht aller wässerigen Dünste, die in einem Cubikfuss gesättigter Luft bey $4\frac{3}{4}$ Grad Temperatur enthalten sind, nicht über 5,4605 Grane hinankömmt, und dass im IVten, wo die Temperatur ein wenig wärmer, nämlich 6,18 war, dieses Gewicht nicht über 5,6549 hinausgeht.

§ 129.

Tabelle über die Quantitäten Wasser, die in der Luft enthalten sind.

Nach den Resultaten des zweyten und vierten Versuches, habe ich die Quantitäten Wasser für einen Cubikfuss Luft von 10 zu 10 Graden des Hygrometers berechnet. Ich werde aber diesen Gegenstand weiter unten im letzten Hauptstücke dieses Versuches ausführlich berühren.

Hier will ich nur blos anmerken, dass die Zahlen, welche in diesen beyden Versuchen die Quantitäten Wasser in einem Cubikfuss Luft, bey 15 und bey 6 Grad Wärme ausdrücken, unter sich beynahe einerley Verhältniss behalten, nämlich das Verhältniss der Quantitäten Wasser, die zur völligen Sättigung erforderlich sind.

Ich habe die Tabelle ihrer Verhältnisse auf die Weise verfertiget, dass ich jegliche Zahl des vierten Versuches durch die ihr zugehörige im zweyten dividiret habe, und man wird daraus ersehen, dass die, an sich unbeträchtliche, Ungleichheit dieser Verhältnisse, blos der unvermeidlichen Unvollkommenheit der Versuche, deren Erfolge hier erscheinen, zuzuschreiben sey.

Grade des Hygrom.	Gewicht des Wassers in 1 Cubf. Luft bey $15\frac{16}{100}$ Gr. des Thermom.	Gewicht des Wassers in 1 Cubf. Luft bey $6\frac{18}{100}$ Gr. des Thermom.	Verhältnisse unter den Zahlen der beyden vorhergehenden Columnen.
10	0,4592	0,2545	0,554
20	1,0926	0,6349	0,581
30	1,7940	1,0833	0,604
40	2,5634	1,5317	0,597
50	3,4852	2,0947	0,601
60	4,6534	2,7159	0,583
70	6.3651	3,3731	0,530
80	8,0450	4,0733	0.506
90	9,7250	4,9198	0,506
98	11,0690	5,6549	0,511

§ 130.

Elastischer Dunst aus dem Eise.

Ehe ich dieses lange Hauptstück endige, muss ich noch einen Versuch nach Art der vorhergehenden anführen, der aber beym Froste und mit Wasser, unter der Gestalt des Eises, angestellet worden.

Seitdem ich die Haarhygrometer gebrauchet, habe ich bey vielen Gelegenheiten bemerket, dass die Eiskälte, und selbst der grösste Frost sie auf keinerley Weise irrig mache.

Ausserdem weis man, dass das Eis ausdünsten könne. Ich musste daher sehr natürlich auf die Gedanken kommen, wenn ich bey einer kältern Luft, als bey der es blos gefriert, die Versuche mit Eise anstellete, die bey wärmerer Luft mit Wasser waren angestellet worden, dass alsdenn der Erfolg einerley seyn würde.

[150] Ich wünschte auch sehr, diese Aehnlichkeit durch einen genauen Versuch zu bestätigen, und zwar um so viel mehr, da Herr *Baron*, als er die bekannten Wahrnehmungen des Herrn *Gauteron* über die Ausdünstungen des Eises genau untersuchte, behauptet hatte, das Eis leide in verschlossenen Gefässen keine Ausdünstung, und was man im Freyen also nenne, das sey nur eine Art von Abnagung durch das stäte Reiben der Luft, nicht aber eine Auflösung, oder eine eigentliche Ausdünstung, Mém. de l'Acad. des Scienc. pour l'année 1753. pag. 250 ff.

Zu dem guten Erfolge dieses Versuches war es nöthig, dass die Luft während desselben beynahe unverändert bleibe. Ich wählte also dazu eine Nacht vom 3ten bis 4ten Febr. d. J. 1782; eine Nacht, die glücklicher Weise sehr schön, einförmig, und so ruhig ausfiel, dass ich die ganze Behandlung im Freyen anstellen konnte, und nicht einmal die Flamme des Lichts dabey einige Bewegung litte. Um 5 Uhr des Abends stellte ich auf einem etwas erhabenen Platze eine Kugel ein und ein viertel Fuss gross, worin, ausser der recht trocknen Luft, ein Thermometer, ein Hygrometer und ein Manometer befindlich waren. Ich machte eine kleine Oeffnung in das Wachs, womit die Kugel verklebet war, damit die äussere Luft in dieselbe nach dem Maasse hineintreten konnte, als sich die innere durch die Kälte verdichtete, und damit diese Luft, mit der in der Kugel vermischet, aufs Hygrometer möglichstermaassen wirken konnte.

Zu Mitternacht, 24 Minuten nach zwölf Uhr machte ich den Anfang; das Hygrometer in der Kugel stand auf 36,70, das Thermometer auf $2\frac{7}{10}$ Grade unter Null, und das Manometer auf 26 Zolle 7 Linien 10 Sechzehntheile. Nunmehr that ich etwas zusammengerollte, angefeuchtete, und darauf [151] völlig gefrorne Leinwand, am Gewichte $25\frac{3}{100}$ Grane hinein, und verklebte unverzüglich mit weichem Wachse sowohl die kleine Oeffnung wodurch die Leinwand hineingebracht worden, als auch diejenigen, welche ich vorher gemachet hatte. Wenig Augenblicke nachher rückte das Hygrometer zur Feuchtigkeit; in 24 Minuten hatte es schon über 4 Grade, in einer Stunde ihrer 18 zurückgeleget, und war endlich nach drey Stunden auf 86 Grad 22 Hunderttheile gekommen, folglich überhaupt 49 Grade 52 Hunderttheile zur Feuchtigkeit fortgerücket.

Während dieser Zeit hielt das Manometer immer mit steigen an, obgleich die Luft auf einerley Grade der Kälte blieb; und zuletzt fand ich es eine Linie und ein 32theil höher, als in dem Augenblicke, da ich die gefrorne Leinwand in die Kugel hieng. Diese Leinwand war ein Gran und 78 Hunderttheile leichter geworden.

Dieser Versuch zeiget demnach, dass das Eis eine wirkliche Ausdünstung habe, dass es sich sogar durch den Frost in einen elastischen Dunst verwandle, der die Elasticität der Luft vermehret, und auf das Haar gerade so, wie der Dunst wirket, der aus dem Wasser, so lange es flüssig ist, aufsteigt,

und dass folglich die Gesetze der Hygrometrie in allen Graden der Kälte und Wärme unserer Atmosphäre Statt haben.

---

[152] Sechstes Hauptstück.

Was haben die Verdünnung und die Verdichtung der Luft für eine Wirkung aufs Hygrometer.

§ 131.

Unterschiedene Meynungen der Naturforscher über diese Frage.

Die Naturforscher sind über diese Frage sehr getheilet. Einige, und zwar die meisten, glauben mit dem Abt *Nollet*, dass die Luft beym Verdünnen die in ihr befindlichen Dünste fallen lasse, und dass daher in einem ausgepumpten Recipienten eine sehr grosse Feuchtigkeit seyn müsse. Andere, wie der berühmte *Lambert*, halten dafür, dass in einem völlig luftleeren Recipienten eine vollkommene Trockenheit vorhanden sey. Ich werde in dem III. Versuche die Meynung des Abt *Nollet*'s vornehmen, weil er sie auf Dinge gründet, die ich mehr aus einander setzen muss. Was aber die Gedanken des Herrn *Lambert* betrifft, so werden die Versuche in diesem Kapitel zeigen, wie weit selbige für wahr zu halten sind.

§ 132.

Das Haarhygrometer dienet dazu, diese Fragen aufzulösen.

Das Haarhygrometer scheint für diese Versuche genau eingerichtet zu seyn. Denn da das Haar ein [153] solider Körper ist, der keine elastische Luft enthält, so kann es durch den verringerten Druck der äussern Luft auf keine Weise in Unordnung gebracht werden. Hergegen sind die meisten andern Hygrometer zu dieser Absicht nicht zu gebrauchen; und Herr *Lambert* gesteht selbst, dass ein Hygrometer aus Darmsaite, wenn er es im leeren Raum prüfen wollen, augenblicklich in Unordnung gerathen sey: ohne Zweifel wegen Entwickelung

der elastischen Luft im Darme, oder in den Zwischenräumen seiner Windungen.

§ 133.

Sonderbare Erscheinung bey den ersten Versuchen über diesen Gegenstand.

So bald ich ein Haarhygrometer so eingerichtet hatte, dass ich es unter einen Recipienten stellen konnte, so machte ich damit die Probe im leeren Raume, und ward gleich anfänglich ein ganz sonderbares Ereigniss gewahr.

Das Hygrometer rückte, nach dem Maasse wie ich die Luft auspumpte, sehr schnell zur Trockenheit; als ich zu pumpen aufhörte, gieng es noch einige Augenblicke nach der nämlichen Seite hin; darnach blieb es zwey oder drey Minuten stille stehen, und nun fieng es an, zurück zu gehen, zwar langsam, aber doch unaufhörlich zur Feuchtigkeit, zwey oder drey Stunden lang, und blieb alsdenn, ohne weitere Veränderungen stehen. Pumpte ich den Recipienten weiter aus, so zeigte sich das nämliche Ereigniss wieder. Inzwischen erlangte das Hygrometer durch dieses Zurückegehen nicht alle die Feuchtigkeit wieder, welche ihm durch Verdünnung der Luft war genommen worden; es stand am Ende allemal mehr zur Trockenheit, als es vor dem Versuche war.

[**154**] Die Umstände bey dieser Erscheinung zeigten sich alsdenn am stärksten, wenn ich durch hurtiges Bewegen der Stämpel die Luft so geschwind als möglich herauszog, und sie ohne Aufhören so weit verdünnte, als es mit meiner Pumpe angieng. Ich will davon ein Beyspiel geben, wenn ich zuvor etwas von der Anstalt bey diesen Versuchen gesaget habe.

§ 134.

Beschreibung der Anstalt bey dem Versuche.

In einem vollkommen reinen und trocknen Glasrecipienten hängt ein Haarhygrometer, mit seinem Thermometer auf Metalle. Der Recipiente steht auf dem ebenfalls reinen und trocknen Teller in Wachse, dessen Zubereitung ich §. 83. beschrieben habe.

In den Recipienten geht eine Glasröhre, die mit dem untern Ende in eine Schale voll Quecksilber reicht; der Druck der

äussern Luft machet, dass das Quecksilber in die Röhre hinauf steigt, wenn der Recipient ausgepumpet wird, und seine Höhe mit der gegenwärtigen Höhe des Quecksilbers im Barometer verglichen, giebt den Grad von Verdünnung der Luft im Recipienten.

§ 135.

Genaue Erzählung von den Umständen dieser Erscheinung.

Das Hygrometer in diesem Recipienten, wenn er mit Luft angefüllet war, stand auf 63,3, und das Thermometer auf 16,6. Darauf pumpte ich 3 Minuten lang die Luft so weit aus, dass das Barometer [**155**] an der Pumpe nur 6 Linien niedriger stand, als das Barometer draussen, und in dieser kurzen Zeit gieng das Hygrometer ungefähr 15 Grade zum Trocknen, d. i. es fiel auf 48,3., obgleich das Thermometer von 16,6, auf 15,25 gesunken war, wie dieses allemal geschieht, wenn man den Recipienten hurtig ausleeret*). Ich hielt mit Pumpen inne, worauf in der folgenden Minute das Hygrometer noch ungefähr 3 Zehntheile eines Grades zur Trockenheit gieng. Hier schien es eine Minute lang stille zu stehen, und alsdenn trat es wiederum zur Feuchtigkeit, und war innerhalb 2 folgender Minuten fast einen halben Grad dahin gerücket**). So gieng es ziemlich gleichförmig drey Stunden hindurch zur Feuchtigkeit, nach deren Verlaufe es bey 56 stehen blieb; das Thermometer stand auf 16,2, folglich rückte es in allem 8 Grade zur Feuchtigkeit, und blieb inzwischen 7,3 Grade mehr auf dem Trocknen, als vor Verdünnung der Luft.

§ 136.

Folgerungen daraus.

Aus diesem Versuche folget: einmal, dass die Verdünnung der Luft das Haar austrockne; nachgehends, dass sich, wenn die Luft bis auf einen gewissen Punct verdünnet worden, im

---

*) Ich werde im III. Versuche dieses sonderbare Phänomen erklären, welches Herr *Cullen*, meines Wissens, zuerst bemerket hat.

**) Ich darf hiebey billig fragen; ob unter allen bekannten Hygrometern das Haarhygrometer nicht das einzige ist, welches die gegenseitigen Veränderungen mit so grosser Geschwindigkeit hervorbringt.

Recipienten eine [156] gewisse Menge Dünste entwickelte, wodurch ein Theil der durch Verdünnung entstandenen Trockenheit aufgehoben wurde.

Von der Entwickelung dieses Dunstes hatte ich den Beweis dadurch, dass das Hygrometer, wenn ich die Luft wieder in den Recipienten hineinlies, einen Grad von Feuchtigkeit mehr anzeigte, als vor dem Versuche. In der That wurde diese Feuchtigkeit zwar wieder herausgezogen; aber es blieb doch allemal ein solcher Theil davon zurück, der am Hygrometer 3 bis 4 Grade betrug.

Diese Zunahme von Feuchtigkeit, und alle übrige Erscheinungen bey diesem Versuche, waren um so viel beträchtlicher, je weiter man die Verdünnung der Luft getrieben hatte. War selbige nur bis zu 3 oder 4 Zollen gebracht, d. i. wenn die Luft noch sieben, oder acht Neuntheile ihrer Dichtigkeit hatte, so rückte das Hygrometer im Verhältnisse dieser Verdünnung zur Trockenheit, gieng aber nachher nicht zurück. Das Zurückgehen ward nur alsdenn erst merklich, wenn die Luft auf 9 bis 10 Zoll verdünnet, oder wenn ihre Dichtigkeit beynahe um ein Drittheil war vermindert worden.

§ 137.

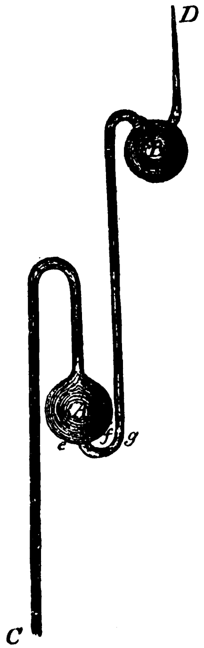
Woher der Dunst, der sich im leeren Raume entwickelte, entstand.

Da ich zum Einschmieren der Stämpel meiner Pumpe nur blosses Baumöl gebraucht hatte, da auch kein Wasser in die Röhren gekommen war, und es mir schien, dass die Luft, welche beständig durch diese Röhren gieng, alle überflüssige Feuchtigkeit daraus hätte wegnehmen sollen, so glaubte ich anfänglich nicht, dass der Dunst im leeren Raume aus diesen [157] Röhren herkäme. Ich schob die Schuld auf das Wachs, auf die inwendige Fläche des Glases und des Tellers. Als ich aber nachher durch richtige Proben heraus brachte, dass es an diesen nicht läge, so ward ich mit Ausschliessung dieser Stücke darauf gebracht, es müsse dieser Dunst aus dem Innern der Pumpe herkommen, und ein Versuch bewies es ganz ungezweifelt.

§ 138.

Ventil, welches das Eindringen dieses Dunstes verhindert.

Ich brachte an dem Teller der Luftpumpe eine kleine Flasche mit Quecksilber an, welches die Lage hatte, dass die Luft aus dem Recipienten vorbeygehen, und in den Cylinder der Pumpe treten, aber nicht wieder aus dem Cylinder, auch keine andere elastische Flüssigkeit aus den Communicationsröhren, in den Recipienten zurück gehen konnte.



Die beistehende Figur stellet dieses Werkzeug dar. Es besteht aus einer krumgebognen Glasröhre, an welche zwey Kugeln *A* und *B* geblasen sind. Die Röhre ist an beyden Enden offen, und hat folglich eine freye Gemeinschaft vom untern Ende *C* bis ans obere *D*.

Ich lasse allmählig etwas reines Quecksilber in die Kugel *A*, bis es etwa eine oder zwo Linien hoch über dem Boden derselben steht. Wenn das Instrument lothrecht steht, so füllet das Quecksilber die Krümmung der Röhre, und den Raum *efg* aus.

Wenn nun das Quecksilber in der Kugel ist, so bringe ich das untere Ende der Röhre *C* in die Oeffnung des Tellers, wodurch die Luft aus dem Recipienten [158] in den Körper der Pumpe tritt, ich verklebe allda die Röhre dergestalt, dass die Luft aus der Pumpe nicht in den Recipienten, noch auch aus dem Recipienten in die Pumpe kommen kann, ohne inwendig durch die Röhre zu gehen.

Nun ist leicht zu begreifen, dass die Luft, wenn sie durchs Ausziehen des Stämpels in der Pumpe verdünnet wird, sie sich auch in der Kugel *A* verdünnet, die durch die Röhre *CA* mit der Pumpe Gemeinschaft hat, und alsdenn tritt die Luft, in der Kugel *B*, und zugleich die aus dem Recipienten in die Kugel *A*. Das einzige Hinderniss, welches diese Luft aus dem Wege zu räumen hat, ist dieses, dass sie das Queck-

silber in *efg* in die Höhe hebet, und einen Widerstand von 2 bis 3 Linien Quecksilber überwindet. Indem sie also das Quecksilber in die Höhe stösst, so tritt sie alsdenn weiter in die Pumpe hinein. Wenn aber im Gegentheile die Luft oder ein elastischer Dunst in der Kugel *A* oder in der Röhre *CA* oder in den damit zusammen hängenden Röhren der Pumpe, aus der Kugel *A*, in die Kugel *B* hineintreten wollten, so müssten sie erst das Quecksilber *ef* vom Boden der Kugel *A*, in die Röhre *gB* hineintreiben, und da diese Röhre 3 bis 4 Zoll Länge hat, so widersteht eine Quecksilbersäule schon so stark, dass dergleichen flüchtige und nur wenig dichte Dünste hier nicht die Oberhand behalten können. Gleichwohl ist dieser Widerstand nicht so gross, dass man nicht nach Gutbefinden, mittelst des Hahnes, der mit dem Ende *C* der Röhre auf dem Teller Gemeinschaft hat, Luft in den Recipienten hineinlassen könnte; die Luft treibt alsdenn alles Quecksilber in die Kugel *B*, und tritt solchergestalt durch die Spitze *D* in den Recipienten. Diese Kugel hat eine solche Lage, dass die Luft, so heftig sie auch immer hineindringt, das Quecksilber [159] keinesweges auf den Teller der Pumpe herausstossen kann.

§ 139.

Wirkungen dieses Werkzeuges.

Dieses kleine Werkzeug hat seine Bestimmung völlig erreicht. Denn als ich mich dessen bediente, giengen weiter keine Dünste aus den Röhren der Pumpe heraus; das Hygrometer trat fast gar nicht mehr rückwärts, und die Austrocknungskraft der verdünnten Luft war viel grösser. Unter beynahe gleichen Umständen, wie die im Versuche §. 135. kam das Hygrometer, welches im Recipienten voller Luft auf 6, 7, stand, durch eine ähnliche Verdünnung der Luft, wie die in gedachtem Versuche, auf 25,9, wodurch eine Austrocknung von 35,8, statt der von 15 im ersten Versuche erfolgte.

Und gleichwie diese Wirkung der Austrocknung so viel merklicher ist, je feuchter die Luft wird, so habe ich in andern bald zu erzählenden Versuchen eine Austrocknung von mehr als 67 Graden erhalten.

Zuletzt muss ich noch erinnern, dass diese Versuche, vornehmlich wegen des Zurückgehens der Dünste aus den Röhren

der Pumpe sehr vielen Veränderungen unterworfen sind. Denn bey einer Pumpe, wo Röhren und Cylinder erst kürzlich gereiniget und sorgfältig getrocknet sind, ist dieses Zurückgehen kaum merklich; ist aber die Pumpe schon lange gebraucht, wenn gleich kein Wasser hineingekommen, so wird durch das Reiben der Stämpel, und vielleicht durch das aufgelöste Metall das Oel geschieden, und zur Hervorbringung von Dünsten in einer verdünnten Luft geschickt gemachet.

[160] § 140.

Eben dieselbigen Versuche mit Hülfe des Quecksilbers angestellet.

Um endlich alle Zweifel zu benehmen, ob auch die Bewegung der Stämpel auf das Hygrometer im Recipienten einigen Einfluss haben möge, so habe ich die Luft durch Hülfe des Quecksilbers verdünnet und verdichtet, und durchaus einerley Erfolge erhalten. Das Hygrometer ist in einer verdünnten Luft jederzeit zum Trocknen und in einer verdickten zum Feuchten gerücket.

§ 141.

Allgemeine Ursache dieser Erscheinung.

Nachdem ich also die Richtigkeit dieser Sache dargethan, und die Umstände davon abgesondert habe, welche sie verändern oder einschränken können, so ist noch übrig, ihre Ursache und ihre Gesetze ausfündig zu machen.

Der Grund der Sache selbst, unter einem allgemeinen Gesichtspuncte betrachtet, ist sehr deutlich. Wenn sich die Luft ausdehnet, so dehnen sich die in ihr aufgelösten Dünste zugleich mit ihr aus, werden, wie sie, verdünnet, und wirken folglich weniger auf die Körper, auf welche sie wirken können.

§ 142.

Anmerkung über die Gesetze derselben.

Dem ersten Anblicke nach sollte es scheinen, es müssten diese beyden Stücke in gleichen Stufen vermindert werden: nämlich die Wirkung der Dünste aufs Hygrometer, oder welches einerley ist, die [161] Grade der Feuchtigkeit, die es anzeiget,

müssten nach eben dem Verhältnisse als die Dichtigkeit der Luft abnehmen.

In der That, man setze, ein Cubikfuss vollkommen gesättigter Luft sey in ein Gefäss eingeschlossen, dessen Inhalt man nach Belieben verändern kann, ohne dass irgend einiger neuer Dunst hinein, oder der darin befindliche herausgelassen wird. Man verdoppele auf einmal den Inhalt dieses Gefässes, die Luft darin wird sich durch ihre Elasticität ausdehnen, und den ganzen Raum erfüllen; die Dünste müssen sich nothwendig in eben diesem Raume gleichförmig vertheilen, und folglich wird jede Hälfte des Gefässes, und jeder von den zween Cubikfussen, die jetzt wirklich darinnen sind, nicht mehr als die Hälfte von denjenigen Dünsten enthalten, die vor der Ausdehnung darinne waren. Diesemnach müsste ein Hygrometer in dem Gefässe, wie es anfänglich scheint, nicht mehr als die halbe Sättigung, oder denjenigen Grad anzeigen, worauf es steht, wenn die Luft von den Dünsten, welche sie eigentlich auflösen kann, nur die Hälfte verschlucket hat. Gleichergestalt, wenn man den Inhalt des Gefässes vierfach grösser machte, so müsste das Hygrometer nur den vierten Theil von Dünsten anzeigen; und wenn man zuletzt den Raum unendlich erweiterte, oder welches auf eins hinausläuft, wenn man alle Luft aus dem Gefässe herauszieht, so müsste das Hygrometer eine völlige Trockenheit anzeigen.

Aus einem dergleichen Vernunftschlusse behauptete ohne Zweifel der grosse Messkünstler, *Lambert*, dass in einem vollkommen leeren Raume das Hygrometer die grösste Trockenheit anzeigen würde.

[162] § 143.

Diese Theorie ist der Erfahrung nicht gemäss.

Allein die Erfahrung hat diese Schlüsse nicht bestätiget. Im Grunde lässt sich auch nicht behaupten, man habe irgend einen Versuch von dieser Art im vollkommen leeren Raume angestellet; denn hierzu ist keine Pumpe geschickt. Gleichwohl lässt sich doch wenigstens bejahen, dass man sich dem völlig leeren Raume weit mehr nähere, als sich das Hygrometer im Recipienten der vollkommenen Trockenheit nähert. Denn es ist leicht, die Luft bis auf $\frac{99}{100}$ zu verdünnen, aber man kann das Hygrometer lange nicht zu einem eben so nahen

Puncte der Trockenheit bringen. Wir haben gesehen, das Hygrometer blieb, ungeachtet der grössten Vorsichtigkeit im leeren Raume noch 25 Grade von der grössten Trockenheit entfernet.

Diese Vorsichtigkeit habe ich noch weiter getrieben; denn da ich besorgte, es möchte im leeren Raume das weiche Wachs noch einige wässerige Dünste ausgeben, so setzte ich den Recipienten auf eine durchaus reine Glasscheibe, verwahrte ihn auf derselben mit Siegellack, von welchem sich keine wässerigen Dünste muthmaassen lassen, und zog zuletzt die Luft durch ein solches Ventil von Quecksilber heraus, als ich oben beschrieben habe. Die Austrocknung gieng inzwischen nicht weiter.

§ 144.

Man muss sich hierbey auf die hygrometrischen Verwandtschaften beziehen. Versuche mit dem Austrocknen in verdünnter Luft.

Um diese Erscheinung nebst dem Gesetze zu erklären, wornach sich die fortgesetzte Austrocknung [**163**] einer verdünnten Luft richtet, so muss man einen andern Grundsatz, nämlich den, von den hygrometrischen Verwandtschaften, zu Hülfe nehmen, und dies bestätiget die Erfahrung auf eine hinlängliche Weise. Hier ist sie.

Ich bringe bey einer guten Luftpumpe das oben beschriebene Quecksilberventil an, §. 138. ich hänge ein Haarhygrometer in einen recht reinen und trocknen Recipienten; ich bringe die Luft in demselben ganz nahe auf den Punct der Sättigung, und gebe nur Achtung, dass nicht einige überflüssige Feuchtigkeit zurücke bleibe, alsdenn verklebe ich denselben mit trocknem Wachse. Hierauf verdünne ich die Luft im Recipienten Stufenweise, anfänglich ziehe ich ein Viertel oder ein Achtel davon heraus, ferner ein anderes Viertel, oder ein anderes Achtel, und so nach und nach, bis ich den Recipienten so weit ausgeleeret habe, als es meine Pumpe zulässt. Jedesmal, da ich einen dieser aliquoten Theile der Luft im Recipienten herausgezogen, und ehe ich dieses von neuem wiederhole, lasse ich dem Hygrometer Zeit, sich auf den höchsten Punct der Trockenheit zu setzen, wohin es dieser Grad der Verdünnung bringen kann.

§ 145.

Erklärung der Tabelle.

Ich habe in der beygefügten Tabelle die Erfolge von vier Versuchen nach dieser Art gesammlet. In den zween erstern ist die Luft von $\frac{1}{4}$ zu $\frac{1}{4}$, in dem III. und IV. von $\frac{1}{8}$ zu $\frac{1}{8}$ verdünnet worden; die senkrechten Spalten unter den Zahlen dieser Versuche stellen die Quantitäten der Austrocknungen, oder die Zahlen der Grade vor, auf welche jegliche Operation, [**164**] oder jedes besondere Auspumpen, das Hygrometer zur Trockenheit gebracht hat. Die erste wagrechte Linie unter den römischen Ziffern, mit der Aufschrift: anfängliche Feuchtigkeit, zeiget den Grad an, wo das Hygrometer beym Anfange des Pumpens stand. Die erste senkrechte Spalte bezeichnet die Höhen, welche das Barometer an der Pumpe nach Maassgabe der verdünnten Luft erreichte; und die correspondirenden Zahlen der wagerechten Linie bedeuten die Anzahl Grade, um welche das Hygrometer, durch jede besondere Verdünnung zur Trockenheit gebracht ward. Endlich die letzte wagrechte Linie enthält die Summen aller dieser auf einander folgenden Austrocknungen, und zeiget die totale Quantität der Trockenheit an, die in jedem dieser Versuche ist hervorgebracht worden.

Diese Zahlen stellen dem ersten Anblicke nach sehr irregelmässige Reihen vor. Gleichwohl scheint es, da bey jeglichem Auspumpen eine gleiche Quantität von Luft und Dunst herausgezogen wird, es sollte auch eine gleiche Wirkung zum Vorscheine kommen: durch das erste Ausziehen sollte das Hygrometer um ein Achttheil, durchs zweyte um ein anderes Achttheil, oder wenigstens um eben so viel, als durchs erste herunter gebracht werden, und so weiter, bis aufs letzte Herausziehen. Und da durch dieses nicht das ganze letzte Achtel von Luft völlig aus dem Recipienten gebracht wird, so scheint es eine etwas minder beträchtliche Wirkung geben zu müssen. Aber diese Wirkungen nehmen im Gegentheil beständig zu, die erstern sind viel kleiner als ein Achttheil, und die letztern viel grösser.

[165] Tabelle über die Austrocknungen bey stufenweise verdünnter Luft.

	Höhe der Barom. Zolle. Lin.	I. Vers.	II. Vers.	III. Vers.	IV. Vers.
Anfängliche Feuchtigkeit.		94,50	94,74	97,37	97,49
1ste Operation	3, 4½			4,75	3,68
2te - -	6, 9	9,98	9,00	4,98	4,51
3te - -	10, 1½			5,70	5,94
4te - -	13, 6	11,40	11,87	6,65	6,65
5te - -	16,10½			7,37	8,20
6te - -	20, 3	16,14	15,91	9,50	9,85
7te - -	23, 7½			11,16	11,88
8te - -	26, 9½	24,47	25,18	17,69	17,45
Summe der Austrockn.		61,99	61,96	67,80	68,16

§ 146.

Erklärung der Gesetze des Austrocknens in verdünnter Luft.

Allein diese scheinbare Unregelmässigkeit in den Versuchen und den daraus in Zahlen ausgedrückten Erfolgen, lassen sich, wie ich schon gesaget habe, sehr einfach und glücklich durch die allgemeine Theorie der hygrometrischen Verwandtschaften erklären, die ich im ersten Hauptstücke dieses Versuches aus einander gesetzet habe.

In diesem Hauptstücke habe ich bewiesen, wenn ein begränzter Raum nur eine bestimmte Menge Wasser oder Dünste enthält, dass alsdenn die in demselben befindlichen Körper, so fern sie mit diesem Wasser oder diesen Dünsten einige Verwandtschaften haben, sich ihre Wirkung auf dieselbigen einigermaassen streitig machen, und dass jeder von ihnen eine seiner Verwandtschaft oder seiner Anziehungskraft gemässe [166] Quantität derselben verschlucke. Ich habe auch gezeiget, dass die Luft und das Haar eben diese anziehende Kraft auf die Dünste ausüben, und sich solche einander wechselsweise zu entziehen streben. Nun muss die Luft, nach den gemeinen Gesetzen der Anziehung, die Dunsttheilchen mit weniger Kraft anziehen, wenn sie dünne, und die Zahl ihrer Partikelchen geringer ist, als wenn sie dichte ist. Folglich muss das Haar,

dem durch die Verdünnung der Luft nichts von seiner Anziehungskraft abgeht, eine verhältnissmässig grössere Anziehungskraft in einer dünnen, als in einer dicken Luft haben; es muss eben dadurch alsdenn eine grössere Quantität Dünste verschlucken, und bey sonst gleichen Umständen eine grössere Feuchtigkeit anzeigen, als in einer dichtern Luft. Solchergestalt, wenn die Luft beym Herausgehen aus dem Recipienten die Hälfte Dünste mit sich weggenommen hat, so wird die zurückgebliebene Hälfte von dem Haare stärker als von der verdünnten Luft angezogen, und sie giebt also dem Haare mehr nach, als es würde geschehen seyn, wenn die Luft ihre ganze Dichtigkeit behalten hätte; und diesemnach zeiget das Hygrometer mehr Dünste an, als ihrer noch wirklich im Recipienten übrig sind.[26])

Wenn man daher einen Recipienten stufenweise ausleeret, so trocknen die ersten Züge das Haar in einem geringern Verhältnisse aus, als in welchem die Luft verdünnet wird. Aber die folgenden Züge wirken unablässig stärker, denn sie bringen unaufhörlich grössere Antheile der Dünste heraus, die noch jedesmal wirklich im Recipienten zurück geblieben waren.

[167] § 147.

Anwendung dieser Grundsätze auf den dritten Versuch.

Um diese Schlüsse noch genauer zu bestimmen, und sie eben dadurch deutlicher zu machen, so wollen wir sie auf den dritten Versuch der vorhergehenden Tabelle anwenden. Ich nehme diesen Versuch heraus, weil der Gang des Hygrometers in demselben am meisten regelmässig war, und das Thermometer während desselben keine Veränderung annahm.

Beym Anfange dieses Versuches stand das Hygrometer auf 97,37. Ich pumpte anfänglich ein Achtel Luft aus dem Recipienten, mit demselben gieng ein Achtel Dünste heraus, und so hätte das Hygrometer ein Achtel zur Trockenheit rücken sollen*), das heisst, es hätte um 12 Grade und 17 Hunderttheile herunter fallen sollen, indem sie das 8tel von 97,37

*) Ich richte hier die Rechnung so ein, als wären die Grade des Hygrometers wirklich den Quantitäten Wasser in der Luft proportionirlich; denn es ist hier mehr von der Wirkung der Dünste aufs Haar, oder von der Quantität ihrer Ausdehnung, als von der absoluten Quantität derselben selbst die Rede.

sind. Statt dessen gieng dasselbe nur 4,75 herunter; dieses beweist, die anziehende Kraft der Luft sey durch die Verdünnung dergestalt vermindert worden, dass dadurch das Haar so viel mehr Feuchtigkeit habe anziehen können, als 7 Grade 42 Hunderttheile betragen, und als es ausserdem nicht hätte anziehen sollen; dergestalt, dass ungeachtet in der That nur die wahre Quantität Dünste von 85,20 im Recipienten übrig geblieben, dennoch diese Quantität eben so stark [**168**] aufs Hygrometer wirke, als in freyer Luft 92,62 Grade Feuchtigkeit würden gethan haben. Die Erscheinungen waren demnach genau dieselbigen, als wenn man, anstatt ein 8tel Dünste aus dem Recipienten zu ziehen, nur $\frac{1}{3}$ von diesem 8tel, oder $\frac{1}{24}$ herausgezogen hätte. Ich sage Kürze wegen ein Drittel, anstatt der $\frac{4,75}{2,17}$, welche der wahre Ausdruck des Verhältnisses sind.

Im zweyten Verfahren zog ich vom neuen ein Achtel von der Luft heraus, die ursprünglich im Recipienten war, aber dieses 8tel ist in der That ein 7tel von derjenigen, die noch im Recipienten gegenwärtig war, als ich das zweyte Auspumpen anfieng. Das Hygrometer sollte daher ein 7tel herunter fallen; da aber aus dem vorhergehenden Verfahren sich zeiget, die Anziehungskraft der Luft werde durch die Verdünnung vermindert, und da die Austrocknung des Haares nur ein Drittel von dem ist, wie sie seyn soll, so fällt das Hygrometer statt ein 7tel nur ein Drittel vom 7tel, oder ein 21tel.

Gleichermaassen, als ich im dritten Verfahren den 6ten Theil der im Recipienten übrigen Luft herauszog, sollte das Hygrometer ein 6tel fallen, und es fiel wirklich nur ein 18tel.

Wenn man auf diese Art weiter fortschliesst, so wird man sehen, dass die Quantitäten der Dünste, die das Haar anzeiget, oder genauer zu reden, dass die Grade der Zusammenziehung des Haares bey jedem Verfahren eine Reihe ausmachen, worinnen das erste Glied die Zahl Grade des Hygrometers vor dem ersten Auspumpen ausdrücket; weiter ist das zweyte gleich dem ersten, weniger ein 24tel von eben diesem ersten; das dritte gleich dem zweyten, weniger ein 21tel von eben diesem [**169**] zweyten; und so weiter bis zum letzten, welches dem vorletzten, weniger ein Drittel von eben diesem vorletzten gleich ist.

Auf eben diese Weise habe ich den III. Versuch berechnet; nur dass ich statt der zum Beyspiel angenommenen Zahl 3.

diese $2{,}56 = \frac{4{,}75}{21{,}17}$ gebraucht habe, als dem wirklichen Exponenten des Verhältnisses, welches im ersten Verfahren zwischen der wirklichen und der scheinbaren Austrocknung vorhanden ist.

Die folgende Tafel stellet den Abriss der Resultate aus dieser Berechnung vor, so fern sie mit den Resultaten aus den Versuchen verglichen worden.

Die erste Spalte enthält die Divisores, durch welche die Zahlen in der zweyten und dritten entstanden sind. Ich habe von 97,37 angefangen, als dem Grade der Feuchtigkeit, den das Hygrometer vor dem ersten Verfahren anzeigte; diese Zahl durch $2{,}56 \times 8$ dividiret, giebt 4,75 Grade der Austrocknung, die in die dritte Spalte gestellet sind; und wenn eben diese Quantität der Austrocknung von der anfänglichen Feuchtigkeit 97,37 abgezogen wird, verbleibt der Rest 92,62, der in der zweiten Spalte steht, und den Grad der Feuchtigkeit angiebt, den das Hygrometer nach dem Ausziehen des ersten Achtels der wirklichen Feuchtigkeit hatte. Eben dieser Rest 92,62, durch $2{,}56 \times 7$ dividiret, giebt die Austrocknung 5,16, welche von 92,62 abgezogen, 81,46, als die Feuchtigkeit übrig lässt, welche das Hygrometer, zu Folge der Rechnung nach dem Ausziehen des zweyten Achtels, sollte angezeigt haben; und so mit den übrigen bis zum letzten Divisor, der $2{,}56 \times 1$ würde gewesen seyn, [170] wenn die Pumpe im Stande gewesen, alle Luft aus dem Recipienten zu ziehen, oder das Barometer, so hoch als es damals in freyer Luft stand, nämlich auf 27 Zolle zu bringen. Da die Pumpe es nur auf 26 Zolle $9\frac{1}{2}$ Linie bringen konnte, und solchergestalt statt das letzte Achtel herauszuziehen nur $\frac{76}{81}$ herausbrachte, so hat der Divisor $2{,}56 \times \frac{81}{76}$ seyn müssen. Neben diese Resultate der Rechnung habe ich die Resultate aus den Versuchen gestellet, und die letzte senkrechte Spalte mit der Ueberschrift: Abweichungen der Austrocknungen, stellet die Unterschiede zwischen den Austrocknungen, nach der Berechnung und nach den Resultaten der Versuche, in jeglichem Verfahren vor.

Da ich diese Versuche mit der grössten Sorgfalt angestellet hatte, so konnte ich vernünftiger Weise auf einige Regelmässigkeit in ihren Erfolgen Rechnung machen. Ich muss indessen gestehen, als ich nach Vollendung derselben die erhaltenen Erfolge mit den Resultaten der Rechnung verglich, dass mich ihre Uebereinstimmung in Erstaunen setzte; denn

sie ist äusserst merkwürdig, da die grösste Abweichung, und selbst die Summe der Abweichungen, nicht auf $\frac{2}{3}$ eines Grades kömmt. Diese Uebereinstimmung scheint ein günstiges Vorurtheil, so wohl für die von mir angebrachte Erklärung dieser Erscheinungen, als auch des von mir gebrauchten Werkzeuges abzulegen.[27])

[171]

		Resultate der Rechnung		Resultate der Versuche		
	Divisores.	Reste, von 97,37 angefangen.	Unterschied oder Quantität der Austrocknung.	Reste, von 97,37 angefangen.	Unterschied oder Quantität der Austrocknung.	Abweichung von den Austrocknungen.
1ste Op.	2,56 × 8	92,62	4,75	92,62	4,75	0, 0
2te -	2,56 × 7	87,46	5,16	87,46	4,98	— 0,18
3te -	2,56 × 6	81,77	5,69	81,94	5,70	+ 0,01
4te -	2,56 × 5	75,39	6,38	75,29	6,65	+ 0,27
5te -	2,56 × 4	68,02	7,37	67,92	7,37	0, 0
6te -	2,56 × 3	59,16	8,86	58,42	9,50	+ 0,64
7te -	2,56 × 2	47,61	11,55	47,26	11,16	— 0,39
8te -	2,56 × $\frac{81}{76}$	30,18	11,43	29,57	11, 6	+ 0,26
	Summen		67,19		67,80	+0,61

§ 148.

Meteorologische Folgen aus diesen Versuchen.

Man könnte über diese Versuche vielerley Betrachtungen anstellen; ich will mich aber nur auf die zwo folgenden einschränken, welche die Meteorologie am nächsten angehen.

Erstens, dieselbigen Grade des Hygrometers, die in unsern Ebenen eine gewisse Quantität Wassers in der Luft anzeigen, geben davon eine merklich mindere Quantität auf den hohen Bergen an. Man kann sogar den Unterschied dieser Quantitäten bestimmen; allein hier, wo es nicht auf abstracte Verhältnisse ankömmt, wollen wir nur die Grade des Hygrometers nach dem Werthe betrachten, den ihnen die Versuche im

vorhergehenden Hauptstücke, und insbesondere [**172**] die Tabelle §. 129. als das Resultat dieser Versuche beylegen. Aus dieser Tabelle folget, wenn die Luft $\frac{3}{4}$ der zu ihrer Sättigung nöthigen Dünste enthält, dass alsdenn das in ihr befindliche Hygrometer ungefähr auf $81\frac{1}{2}$ Grade stehen bleibt. Nun ist aus §. 147. zu ersehen, wenn ich aus dem Recipienten zwey Achtel, oder $\frac{1}{4}$ der in ihm befindlichen Luft und Dünste herausgezogen hatte, und folglich nur noch $\frac{3}{4}$ dieser Dünste übrig geblieben, dass sodann das Hygrometer, anstatt auf $81\frac{1}{2}$ zu kommen, nur auf 87,64 kam. Es zeiget aber das Hygrometer auf diesem Grade, nach der Tabelle §. 129, fünf Sechstheile, oder genauer 0,8428 von der ganzen Quantität Dünste an, die zur Sättigung der Luft nöthig sind. Wenn daher die Luft bis auf diesen Punct verdünnet ist, so wirket eine Quantität von Dünsten, wie 0,75, aufs Hygrometer eben so, als eine Quantität von 0,8428, in einer nicht verdünnten Luft wirken würde; oder mit andern Worten, wenn das Hygrometer am Ufer unsers Sees auf 87,64 Grade, und das Thermometer auf 15 stünde, so würde dieses beweisen, die Luft enthalte ungefähr $9\frac{1}{3}$ Grane Wasser in einem Cubikfuss, da hingegen auf der Höhe des St. Bernhard eben dieser Grad des Hygrometers, bey eben demselben Grad der Wärme, nur $8\frac{3}{10}$ Gran beweisen würde.

Eine andere Betrachtung zur Erläuterung der vorhergehenden, ist diese; je dünner die Luft wird, desto weniger Wasser ist nöthig, sie zu sättigen. Z. E. weil auf der Höhe des St. Bernhard $8\frac{3}{10}$ Gran so viel wirken, als $9\frac{1}{3}$ in der Ebene, so sind, bey sonst gleichen Umständen, zur Sättigung der Luft auf dem St. Bernhard, nur $\frac{830}{933}$ von der Quantität nöthig, die in der Ebene hierzu erfodert wird. Und wenn man eben dieselben Schlüsse auf eben dieselben [**173**] Versuche anwendet, so wird man sehen, wenn die Luft so weit verdünnet worden, dass sie das Quecksilber nur $2\frac{1}{2}$ Linien hoch halten kann, dass alsdenn zu ihrer Sättigung nur der 20ste Theil von dem nöthig seyn würde, als wenn sie das Barometer auf 27 Zolle hält.[28])

Ich werde aber auf diesen Gegenstand noch im IV. Versuche kommen.

§ 149.

Neue Versuche über den Punct der äussersten Trockenheit.

Ich will dies Hauptstück damit beschliessen, dass ich noch einer angestellten Probe gedenke, um zu erfahren, ob man die Austrocknung nicht noch weiter bringen könnte, als ich es durch das Verfahren gebracht habe, wodurch der Punct der grössten Trockenheit ist festgesetzet worden.

Ich that unter den Recipienten ein Hygrometer nebst dem Eisenbleche, das mit frisch calcinirtem und noch sehr heissem Alkali, nach Vorschrift §. 21. beleget war. Ich verklebte diesen Recipienten mit Wachs auf dem Teller der Pumpe, an welchem ich zugleich das Quecksilberventil §. 138. anbrachte. So trieb ich das Hygrometer auf den höchsten Grad der Trockenheit, den es erreichen konnte, und zog darauf die Luft heraus: allein das Hygrometer änderte nicht weiter, und rückte nicht das mindeste zur Trockenheit.

Dieser Versuch scheint die Probe, davon ich im ersten Versuche geredet habe, vollständig zu machen: nämlich der Punct, dem ich den Namen der grössten Trockenheit gegeben habe, ob er ihn gleich nicht nach aller Strenge verdienet, ist gleichwohl ein fester [**174**] Punct, und wir werden wahrscheinlicher Weise niemals darüber hinauskommen. Denn ein so wirksames Mittel, als die gänzliche Ausleerung von Luft, welches in gewissen Fällen das Hygrometer über 67 Grade zur Trockenheit gebracht hat, hat weiter nicht den mindesten Eindruck auf dasselbe, so bald es auf diesen Punct gekommen ist.

Siebentes Hauptstück.

Welche Wirkung hat die Bewegung der Luft aufs Hygrometer?

§ 150.

Beschaffenheit der Frage.

Jedermann weis, dass eine bewegte Luft, unter gleichen Umständen, mehr austrocknend ist, als eine ruhige; und dass

dieses daher komme, weil eine sich stäts erneuernde Luft, die Dünste sogleich, wie sie entstehen, wegnimmt; anstatt dass eine Luft, die lange um einen feuchten Körper bleibt, bald gesättiget wird, und folglich ihre auflösende Kraft verliert. Aber dieses ist nicht der Inhalt des gegenwärtigen Hauptstückes.

Man will hier nicht die Grösse und Geschwindigkeit der Abtrocknung abmessen, in so fern sie auf stärkere oder geringere Geschwindigkeit, und auf die grössere oder geringere Trockenheit des Windes ankömmt. Dieses Maass gehörte gar wohl für die Hygrometrie, aber es ist dazu noch eine lange Reihe feiner [**175**] und verwickelter Versuche nöthig, die zur Zeit noch nicht sind angestellet worden.

Die Frage, womit ich mich hier beschäfftige, geht dahin: zu erfahren, ob nicht die Bewegung der Luft ihre auflösende Kraft vermehre; dergestalt, dass eben dieselbige Luft mehr Dünste zu ihrer Sättigung gebrauche, wenn sie in Bewegung, als wenn sie in Ruhe ist.

§ 151.

Beobachtung, die zu dieser Frage Anlass gegeben hat.

Folgende Beobachtung hat mir die Zweifel beygebracht. Ich habe oftmals eines meiner Hygrometer 4 bis 5 Fuss hoch über der Erde in einer grossen Ebene aufgehangen, um zu sehen, wenn es genau den Grad der Feuchtigkeit annehmen würde, den die Luft damals hatte, und zugleich die augenblicklichen Veränderungen an demselben wahrzunehmen. Die Empfindlichkeit des Haarhygrometers machet, dass es zu dieser Art von Beobachtungen geschickter ist, als ein jegliches anderes.

Es giebt bekanntermaassen Tage, wo die Luft durchgehends ruhig ist, wo kein starker und eigentlicher Wind sie in Bewegung setzet, wo aber gleichwohl sich im Freyen von Zeit zu Zeit ein Lüftgen erhebet, welches in ihr eine augenblickliche Bewegung verursachet. Ich bemerkte, dass dergleichen kleine Lüftgen, von welcher Seite sie auch herkamen, das Hygrometer einen, auch wohl zween Grade zur Trockenheit brachten; welches sodann, wenn selbige wiederum [**176**] ruhig wurde, nach und nach wieder auf den vorigen Punct zurücke trat*).

*) Ich darf wohl nicht anführen, dass ich sehr darauf bedacht

§ 152.

Muthmaassung über die Ursache dieses Ereignisses.

Ich dachte bey mir selbst, wenn ich über die Ursache dieser Erscheinung nachsann: dieser kleine Wind, der sich mitten in der Luftstille plötzlich erhebet, kömmt sicherlich nicht von weitem, er ist nichts, als die Luft an der Oberfläche auf dieser Ebene, die durch plötzliche Aufhebung des Gleichgewichts genöthigt wird, ihren Ort zu verändern; wäre diese Luft an dem Orte, wo sie hergekommen, ruhig geblieben, so hätte sie wahrscheinlich eben denselben Grad der Feuchtigkeit, der allhier während der Windstille vorhanden war, sie hätte auch auf dem Wege nicht können trocken werden, weil sie jederzeit über die einförmige Oberfläche dieser Ebene gegangen ist. Sollte sie demnach blos durch ihre Bewegung, von sich selbst und unabhängig von einer andern Ursache, geschickt gemachet werden, mehr Dünste zu verschlucken, oder eine grössere Verwandtschaft mit denselben anzunehmen?

[177] § 153.

Versuch, der diese Muthmaassung unterstützet.

Ich hieng also in dieser Absicht eben dasselbe Hygrometer mitten in meinem Zimmer auf, verschloss Thüren und Fenster, und setzte mich fünf bis sechs Fuss weit vom Hygrometer, hatte aber neben dasselbe einen grossen Feuerfächer hingeleget. Hier blieb ich so lange ruhig sitzen, bis ich glaubte, das Hygrometer und der Fächer hätten den Grad der Feuchtigkeit im Zimmer, und den Einfluss von der Nähe meines Körpers angenommen. Darauf fieng ich an, ohne von der Stelle zu gehen, den Fächer lebhaft neben dem Hygrometer acht bis zehn Minuten lang zu bewegen, nach deren Verlauf ich das Hygrometer ungefähr drey Viertel eines Grades zum

---

gewesen, die mechanische Bewegung, die der Wind, bey seinem Wehen, auf die Nadel des Hygrometers machet, keineswegs für einen Beweis der Austrocknung zu halten. Ich hielte durch den Huth, oder auf andere Weise, jeglichen Anfall des Windes vom Hygrometer ab. Ausserdem hörte die durch den Windstoss erregte Trockenheit nicht gleich mit demselben auf; das Hygrometer brachte noch einige Augenblicke zu, um auf den Punct zurück zu kommen, wo es vorher gestanden hatte.

Trocknen gerücket fand. Ich wiederhohlte den nämlichen Versuch etliche mal mit ganz gleichem Erfolge.

§ 154.

Genauerer Versuch, der die Muthmaassung umstösst.

Inzwischen that mir diese Probe nicht völlig Gnüge. Ich befürchtete, diese Bewegung möchte eine trocknere Luft, entweder aus der Höhe des Zimmers, oder von der Nähe meines Körpers ans Hygrometer gebracht haben. Diese Frage nun durch einen entscheidenden Versuch aufzulösen, so liess ich eine Art von Mühle machen, deren vier Flügel von sehr dünnem Stahle, jeglicher anderthalb Zolle breit und sechs Zolle hoch, durch eine Art von Feder, wie bey grossen Uhren, zehn Minuten lang mit äusserster Schnelligkeit beweget wurden. Diese kleine Mühle that ich in ein cylindrisches Glas, und stellte sie so [**178**] gegen das Hygrometer, damit das Haar von dem Winde der Mühle völlig getroffen werden konnte. Ich verklebte alle Fugen des Gefässes sorgfältig, damit die Luft in demselben keine Gemeinschaft mit der äussern haben konnte. Diese kleine Maschine war so eingerichtet, dass ich die Feder nach Belieben aufziehen, die Flügel in Bewegung setzen, oder sie aufhalten konnte, ohne das Glas aufzukleben, oder sonst äussere Luft hinein zu lassen.

Nachdem ich alles auf diese Art eingerichtet hatte, brachte ich das Hygrometer an seinen Ort ins Gefäss, und beobachtete den Grad, wo es stille stand, nämlich den 82sten; darauf liess ich die Feder los, und in dem Augenblicke, wo die Mühle zum stehen kam, beobachtete ich vom neuen das Hygrometer, das ich auf 81,2 fand. Das Thermometer hatte sich während dem Versuche nicht geändert; und ich konnte daher diese Veränderung keiner andern Ursache, als der vermehrten Auflösungskraft der Luft durch die Bewegung derselben zuschreiben.

Ich wiederhohlte den Versuch auf der Stelle, spannte die Feder vom neuen, und liess sie ablaufen, aber zu meiner grossen Verwunderung war die Wirkung nicht dieselbige, das Hygrometer rückte nicht ferner zum Trocknen, und gleichwohl stieg das Thermometer um ein Fünftel oder um ein viertel Grad. Ich liess die ganze Vorrichtung einige Stunden ruhig stehen, und sahe vom neuen, dass die erste Bewegung der Mühle das Hygrometer zum Trocknen brachte, dass aber die

folgenden Bewegungen diese Wirkung der erstern nicht weiter vermehrten.

Nachdem ich der Ursache dieses wunderlichen Erfolges genau nachgedacht, so schien es mir, als [**179**] wenn das Reiben der Räder und der Zapfen an der Mühle einen gewissen Grad der Wärme verursachten, der unmittelbar auf die Luft wirkte, ihre auflösende Kraft vermehrte, und das Haar veränderte, ehe noch das Thermometer davon in Bewegung gesetzet würde; denn dieses ist viel weniger empfindlich, als das Hygrometer, wenn letzteres sich dem Punct der Sättigung nähert. In einem zweyten Versuche wurde die Wärme dieses Räderwerkes nicht weiter vermehret, da sie schon ihre höchste Staffel erreichet hatte, folglich rückte auch das Hygrometer nicht ferner zur Trockenheit, und die anhaltende Wärme brachte nur zuletzt das Thermometer zum steigen.

§ 155.

Erklärung über die Wirkung dieser Windstösse.

Wodurch bringen also die kleinen oben beschriebenen Windstösse das Hygrometer ein oder zween Grade zur Trockenheit? Dadurch, dass die Bewegung, welche sie verursachen, die stäts feuchte Luft in der Nähe des Erdbodens mit der obern und trocknern vermengen.

Ueberhaupt habe ich durch unterschiedliche Versuche gefunden, dass sich das Hygrometer bey ruhiger Luft so viel mehr zur Feuchtigkeit halte, so viel näher es der Erdfläche ist, und hergegen, so viel mehr zur Trockenheit rücke, als man es höher bringt, wenn anders die Wärme von dem Zurückwerfen der Sonnenstrahlen keinen beträchtlichen Unterschied machet, oder der Boden nicht etwa ein Felsen, und durchaus todter Sand ist.

Ich will eine von dergleichen Beobachtungen anführen. Den 25sten März 1781, zu Mitlage bey [**180**] schönem Sonnenscheine, und einem kaum merklichen Nordostlüftgen hieng ich mein Hygrometer dicht über die Erde, auf einer unfruchtbaren steinigten Wiese, wo noch kein Gras war. Hier setzte es sich auf 55 Grad, das Thermometer auf 14½. Ich brachte es 3 Schuh 8 Zoll höher über eben diese Stelle, es gieng 2½ Grad zur Trockenheit, ungeachtet das Thermometer auf 12,7 fiel. Von hier brachte ich es unten an einen kleinen Hügel, der

50 bis 60 Fuss höher, als der Ort in der ersten Observation lag; ich hieng es 3 Schuh 8 Zoll über der Erde auf, und es setzte sich auf 50, gieng also noch $2\frac{1}{2}$ Grade zur Trockenheit, da doch das Thermometer ganz auf 12 herabtrat. Die Erfolge würden noch merklicher gewesen seyn, wenn der Erdboden feuchte gewesen wäre, der im Gegentheil trocken und steinigt, so wie das Wetter etliche Tage vorher schön und trocken war.

§ 156.

Beschluss.

Die Bewegung der Luft ist demnach eine Ursache der Trockenheit, wenn dadurch ihre untern feuchten Schichten an der Erde mit den obern weniger feuchten vermischet werden. Aber diese Bewegung vermehret für sich allein keinesweges die auflösende Kraft der Luft, wie man leichtlich hätte denken können.[29])

---

[181] Achtes Hauptstück.

Wie wirket die Elektricität aufs Hygrometer?

§ 157.

Einleitung.

Die Natur antwortet oftmals auf die Fragen der Naturforscher ganz anders, als sie sich vorstellen. Wie oftmals wird der Philosoph durch den falschen Schein der Uebereinstimmung, durch mangelhafte Theorien verleitet, oder durch Fehler, und unrichtige Beobachtungen seiner Vorgänger getäuschet!

Zu Folge der Versuche, dass die Elektricität die Ausdünstung vermehret, hätte man glauben sollen, ein Hygrometer würde durch ihre Wirkung sehr schnell zur Feuchtigkeit rücken. Ich war für diese Meynung so eingenommen, dass, als ich das Hygrometer in der stärksten Elektricität unbeweglich fand, einen Betrug meiner Augen, oder eine Unordnung im Werkzeuge

vermuthete. Erst, nachdem ich den Versuch auf hunderterley Arten, und mit unterschiedlichen Werkzeugen, wiederhohlet und abgeändert hatte, erkannte ich endlich, dass dieses Vorgeben nicht gehörig eingeschränket worden sey.

§ 158.

Hygrometer der Wirkung der Elektricität ausgesetzet. Sie verändert keineswegs das Hygrometer.

Um genau bey der Sache zu gehen, so stellte ich in meinem Laboratorio zwey Haarhygrometer in ganz [182] ähnliche Lage, dass sie nach Belieben elektrisiret, und nicht elektrisiret werden konnten, je nachdem man sie mit dem Conducteur einer recht starken elektrischen Masehine entweder verband, oder davon absonderte. Nachdem sie mit der Luft des Laboratorii ins Gleichgewicht gekommen waren, so elektrisirte ich eines derselben und das andere nicht. Augenblicklich ward das Haar von der nächst anliegenden Seite der Einfassung K. K., Taf. I. Fig. 2. so stark zurückgestossen und beweget, dass ich unmöglich merken konnte, ob die Elektricität es austrocknete oder nicht. Dieser Unbequemlichkeit vorzubeugen, brachte ich an die drey übrigen Seiten des Haares, in der nämlichen Weite von demselben, einige Metallstäbe von der Art, wie die Einfassung an, damit das Haar von allen Seiten gleich stark zurückgestossen, nicht ferner nach einer mehr als nach der andern ausweichen konnte.

Nun elektrisirte ich es in dieser Stellung von neuem; und da erfolgte von der Elektricität weiter keine Wirkung, unerachtet die Stäbe die Bewegung des Haares keinesweges hemmten, und sie selbst, nebst den sämmtlichen Theilen des Hygrometers sehr stark elektrisch waren. Ich elektrisirte das andere Hygrometer mit eben dieser Vorsicht, und der Erfolg war, wie beym vorigen.

Ich wiederholte diese Proben noch mit einem grossen, äusserst empfindlichen Wellenhygrometer, Tafel I. Fig. 1. Da das Haar in demselben zwischen drey Säulen liegt, so ward es von denselben nach vorn hingestossen; als ich aber eine vierte, in gleicher Weite mit den drey andern, anbrachte, so unterblieb das Zurückstossen, und das Hygrometer hielt sich unverändert auf einem Puncte, ausser dass die [183] Nadel durch die Bewegungen des Haares, von der elektrischen

Flüssigkeit, eine Art Schwankung bekam, die aber nur einen oder zween Grade, eben so oft zur Feuchtigkeit als zur Trockenheit, betrug.

Ich stellte mir vor, die Wirkung der Elektricität würde in feuchter Luft merklicher seyn, und wählte daher ein sehr feuchtes Wetter, lies alle Fenster offen, wodurch das Hygrometer auf 89 kam; aber die Elektricität wirkte hierdurch nicht stärker aufs Instrument.

Endlich versuchte ich einen elektrischen Strom zu machen, und ihn unaufhörlich durchs Hygrometer an einem sehr feuchten Orte zu leiten; ich glaubte, dieser Strom würde vielleicht einen Theil der Feuchtigkeit aus dem Haare mitnehmen. Ich hieng ein Hygrometer in einen Glascylinder, der hin und wieder durchlöchert war; beyde Enden desselben bedeckte ich mit Metallplatten, ohne sie jedoch zu verkleben, damit die äussere Luft desto freyer hineinkonnte. Ehe ich den Cylinder elektrisirte, so isolirte ich ihn, und that eine feuchte Karte hinein; diese brachte das Hygrometer aufs Feuchte, und ich nahm sie heraus, als es nahe an 94 Gr. stand. Nachdem die Karte herausgenommen, und der Cylinder nicht verklebet war, so fieng die inwendige feuchte Luft an trocken zu werden, und das Hygrometer rückte langsam und einförmig zur Trockenheit. Ich bemerkte mittelst einer Secundenuhr genau die Zeit, in welcher die Nadel eine gewisse Anzahl Grade zurücklegte; alsdenn brachte ich plötzlich die obere Platte des Cylinders mit dem Conducteur in Verbindung, und während dass der Cylinder solchergestalt elektrisch war, zog ich Funken aus der untern Platte, damit das Hygrometer durch die metallische Verbindung der beyden Platten der [**184**] Wirkung des elektrischen Stromes, der durch den Cylinder gieng, ausgesetzet wurde. Gleichwohl bemerkte ich nicht, dass dieser Strom das Austrocknen des Haares beförderte; und dieser wiederhohlte und mannichfaltig abgeänderte Versuch hatte jederzeit einerley Erfolg.

§ 159.

Die Elektricität nimmt das überflüssige, nicht aber das mit den Körpern verbundene Wasser mit sich.

Soll man diesemnach diejenigen berühmten Naturforscher eines Irrthums beschuldigen, welche geglaubet haben, durch ihre Versuche zu beweisen, dass die Elektricität die Aus-

dünstung befördere! Ich sollte es nicht denken; aber ich halte doch dafür, man müsse das Wasser in Substanz, oder die zum Ueberflusse feuchten Körper von denenjenigen unterscheiden, welche von Feuchtigkeit übersättiget sind, in denen das Wasser nur auf einen gewissen Grad mit ihren Elementen verbunden, und durch so genannte hygrometrische Verwandtschaft mit ihnen vereiniget ist.

Wahrscheinlicher Weise nimmt die elektrische Flüssigkeit das freye und überflüssige Wasser mit sich; es sey nun, dass sie sich damit verbindet, oder dass sie einen Luftstrom an der Oberfläche der damit beladenen Körper hervorbringt. Und in der That sind mit dem Wasser selbst, oder mit den davon übersättigten Körpern alle die Versuche vorgenommen worden, wodurch man den Einfluss der Elektricität auf die Ausdünstung hat beweisen wollen.

[**185**] § 160.

Versuch, der solches beweist.

Noch ein sehr einfacher Versuch, den ich, die Wahrheit dieser Muthmaassung zu beweisen, angestellet habe.

Ich nahm zwo, der Grösse und Schwere nach völlig gleiche Karten: noch einmal so gross, wie die gewöhnlichen Spielkarten, 3 Zoll breit, $4\frac{3}{4}$ hoch; ihr Gewicht 45 Gran. Im Laboratorio, wo ich das Verfahren anstellte, befand sich kein Feuer, Thüren und Fenster waren verschlossen, dass die Luft keine merkliche Veränderung leiden konnte. Hier hieng ich diese zwo Karten in ähnlicher Lage auf, elektrisirte die eine und die andere nicht. Nach viertelstündigem Elektrisiren wog ich sie wieder. Sie waren noch vollkommen gleich. Es liesse sich muthmaassen, die dem Anfühlen nach trocknen Karten hätten vielleicht nicht Feuchtigkeit genug gehabt, dass einiger Verlust derselben an der Wage wäre zu spüren gewesen. Diesen Zweifel zu heben, wollte ich erfahren, was es thäte, wenn ich sie einige Minuten lang in eine trocknere Luft brachte. Das Hygrometer in dem Laboratorio, worinn ich die Karten zwo Stunden lang gehalten, um mit der Luftbeschaffenheit ins Gleichgewicht zu kommen, stand auf 83, das Thermometer auf $4\frac{3}{4}$. Aber in dem Zimmer, wohin ich sie brachte, kam das Hygrometer auf 68, und das Thermometer auf $9\frac{1}{2}$. Nach Verlauf einer Viertelstunde fand ich die Karten, jede ein

Viertelgran leichter, und als ich sie einige Augenblicke ans Feuer gehalten, um sie zu erwärmen, ohne jedoch ihre Farbe im mindesten zu ändern, so hatten sie jegliche 3 Grane am Gewicht verlohren.

[186] Die elektrische Flüssigkeit hat demnach nicht die Kraft wie das Feuer, das Wasser in Dünste aufzulösen, welches die Körper in ihren Zwischenräumen enthalten, und welches mit ihren Elementen der Verwandtschaft wegen vereiniget ist. Sie kann ihnen aber das überflüssige Wasser entreissen. Denn von diesen beyden gleich stark, jede mit 10 Gran Wasser angefeuchten Karten, verlor diejenige, welche ich eine Viertelstunde lang elektrisiret hatte, zween Gran an ihrem Gewichte, und die nicht elektrisirte nur einen halben, ob sie gleich sonst mit der ersten einerley Lage hatte. Daraus folget, dass die elektrische Flüssigkeit der Karte innerhalb 15 Minuten anderthalb Gran Wasser entführte.

§ 161.

Beschluss.

Diese Versuche zeigen demnach, man müsse bey der Theorie, worinnen ganz allgemein behauptet wird, dass die Elektricität die Ausdünstung begünstige, eine Einschränkung machen. Sie vermehret diese Ausdünstung bey übersättigten Körpern, sie thut aber nichts bey solchen, worinnen kein überflüssiges Wasser ist.

Man darf daher bey den hygrometrischen Beobachtungen, in Rücksicht auf die stärkere und schwächere Elektricität der Luft, keine Correction vornehmen.

[187] Neuntes Hauptstück.

Haben die brennbare Luft und die fixe Luft auf die Dünste eben solche Beziehungen, als die gemeine Luft.

§ 162.

Einleitung.

Diese besondere und gewiss neue Frage schien mir bey der Hygrometrie wichtig zu seyn, seitdem es erwiesen ist, dass diese zwo luftähnliche Flüssigkeiten in grosser Quantität, eine in den höchsten, die andere in den niedrigen Schichten der Atmosphäre vorhanden seyn könnten. Ich wünschte daher ihre Beziehung auf die Dünste einzusehen, sie mögen entweder ganz, oder beynahe rein, oder in unterschiedlichem Maasse mit der gemeinen Luft vermischet seyn.

§ 163.

Schwierigkeiten hierbey.

Die Versuche hierzu waren nicht leicht. Zuförderst musste man diese elastische Flüssigkeiten trocken haben, und durch richtige Proben von dem Grade ihrer Trockenheit überzeuget seyn. Aber alle Mittel, wodurch man diese Flüssigkeiten erlanget, selbst das Feuer, welches sie von den Körpern losmachet, entbindet auch zugleich eine gewisse ihnen anhängige Menge Wasser; dergestalt, dass sowohl diese Flüssigkeiten, als die Gefässe, worinnen man sie fängt, im Augenblicke ihrer Entstehung jederzeit feuchte sind. Es war demnach [188] bey den Versuchen nöthig, diese Feuchtigkeiten, wo nicht völlig trocken, doch wenigstens sie in einem ähnlichen Zustande mit der atmosphärischen Luft zu bekommen, um sie mit dieser zu vergleichen.

Ich erhielt dieses durch ein sehr einfaches Mittel. Man weis nämlich, dass die brennbare Luft sich lange Zeit in Blasen erhalten kann, ohne darinn merkliche Veränderung zu leiden. Man weis auch, wenn eine Blase mit einer jeglichen luftförmigen Flüssigkeit angefüllet, und der freyen Luft aus-

gesetzet ist, dass sie darinnen, so wohl inwendig, als auswendig trocken werde; und dass folglich nach den erwiesenen Grundsätzen im ersten Hauptstücke dieses Versuches, die Blase selbst, und die darinnen befindliche Luft ins hygrometrische Gleichgewicht mit der äussern Luft kommen.

Ich konnte also meine brennbare Luft, wenn ich sie in eine Blase einschloss, bis auf den Punct abtrocknen, den die atmosphärische Luft hatte. Nachgehends musste ich diese Luft aus der Blase in ein Glasgefäss bringen, worinnen ein Hygrometer stand. Und hier kam mir die Luftpumpe zu statten, um diesen Uebergang zu bewerkstelligen.

§ 164.

Umständliche Beschreibung des Versuches.

Damit ich diese Vergleichungs-Versuche so viel möglich auf einerley Weise anstellete, so nahm ich zwo ähnliche Blasen. Jede versah ich mit einem Hahne, der sich in eine Oeffnung unter dem Teller der Pumpe einschrauben lies: so dass ich durch diese Oeffnung, wenn ich den Hahn aufmachte, die Luft aus der Blase in den Recipienten lassen konnte.

[**189**] Eine dieser Blasen füllte ich mit brennbarer Luft aus Eisen, mittelst der Vitriolsäure gezogen, und die andere mit gemeiner Luft; ich hieng eine neben die andere in meinem Laboratorio auf, und lies sie daselbst etliche Stunden lang, bis sie weiter keine überflüssige Feuchtigkeit mehr zu haben schienen.

Hierauf nahm ich einen kleinen Recipienten, stellte ein Hygrometer hinein, und verklebte ihn auf dem Teller der Pumpe. Ehe ich die Luft herauszog, schraubete ich unten an den Teller die Blase mit gemeiner Luft, um zuförderst diese zu prüfen, und mit ihr nachher die brennbare zu vergleichen. Ich merkte mir den Grad des Hygrometers im Recipienten, nämlich 61; sodann pumpte ich die Luft heraus, während dass der Hahn an der Blase verschlossen blieb, damit die Luft aus derselben nicht in den Recipienten treten konnte. Das Hygrometer rückte zur Trockenheit, und die Luft ward, wie gewöhnlich, verdünnet; nach einer halben Stunde blieb der Zeiger auf 40 Grade stehen*). Alsdenn öffnete ich den Hahn an

*) Dieses Austrocknen, das nur 21 Gr. beträgt, ist lang nicht so gross, als in den Versuchen des VI. Kap.; erstlich weil ich hier

der Blase, die Luft in derselben ward durch den äusseren Druck in den Recipienten gepresset, und dieser davon angefüllet. Das Hygrometer gieng zurück, und kam zwar nicht auf 61 Grad, wie vor dem Versuche, doch aber auf $59\frac{1}{2}$ Grad*).

[**190**] Nachdem mir auf diese Weise die hygrometrischen Eigenschaften der gemeinen, in einer Blase eingeschlossenen Luft, bekannt geworden, nahm ich die brennbare Luft vor. Statt der Blase mit gemeiner Luft schraubte ich nunmehr die andere mit brennbarer Luft an den Teller der Pumpe. Ich lies den Hahn verschlossen, und zog zuförderst die gemeine Luft aus dem Recipienten, wodurch das Hygrometer wiederum auf 40 Grade kam; darnach öffnete ich den Hahn an der Blase, und der Recipient ward mit brennbarer Luft angefüllet. Durch Einlassung dieser Luft rückte das Hygrometer, wie zuvor bey der gemeinen, aufs Feuchte, und sogar noch etliche Grade weiter, nämlich auf 62,3. Es ergab sich demnach zwischen der brennbaren und der gemeinen Luft dieser Unterschied, dass durch Einlassung der erstern das Hygrometer auf $2\frac{8}{10}$ Gr. weiter zur Feuchtigkeit, als vor dem luftleeren Raume, rückte, da im Gegentheil durch Einlassung der gemeinen Luft das Hygrometer um $1\frac{1}{2}$ Gr. mehr zum Trocknen war gebracht worden. Der ganze Unterschied zwischen ihren Wirkungen betrug demnach 4,3.

Bey dieser Probe war die brennbare Luft im Recipienten blos noch mit einem 54sten Theil von gemeiner Luft vermischet, der wegen Unvollkommenheit der Pumpe im Recipienten zurücke blieb. Dieweil aber diese Quantität sehr unbeträchtlich war, so wollte ich doch sehen, ob das Hygrometer, wenn diese brennbare Luft verdünnet würde, wie bey der gemeinen Luft, zur Trockenheit rücken würde. Ich pumpte [**191**] daher diese Luft aus, und die Nadel bewegte sich $19\frac{1}{2}$ Grad zur Trockenheit, gerade wie bey der vorhergehenden Probe, wo sie von $59\frac{1}{2}$ zu 40 Grad herunter gerücket war.

---

von einem trocknen Puncte anfieng; nachgehends, weil die gebrauchte Luftpumpe nicht so gut war, und endlich, weil die bey den letztern angewandte Sorgfalt dahin gieng, die Versuche so viel möglich gleich zu machen; nicht aber den höchsten Punct der Trockenheit zu erreichen.

*) Dieser Unterschied zeiget, dass die Luft in der Blase merklich trockner war, als die im Recipienten vor seiner Ausleerung. Denn wäre sie eben so feucht gewesen, so würde das Hygrometer beym Einlassen der Luft, statt $1\frac{1}{2}$ zur Trockenheit zu kehren, 2 bis 3 Grad weiter zum Feuchten gerücket seyn.

§ 165.

Derselbe Versuch wiederhohlet und verändert.

Um die brennbare Luft im Recipienten noch trockener zu haben, öffnete ich, während derselbe noch leer war, den Hahn der Blase, und die brennbare Luft erfüllete ihn vom neuen; die beygemischte Portion von gemeiner Luft betrug darin $\frac{1}{54}$tel von $\frac{1}{54}$tel, oder ein 2916theil: eine Kleinigkeit, welche man bey dergleichen Proben bey Seite setzen kann. Durch diese hineingetretene Luft kam das Hygrometer auf 59,7, das ist auf 2,6 mehr zum Trocknen, als es vor dem Auspumpen der Luft gewesen. Denn, wie vorhin bemerket ist, die zum ersten mal in den Recipienten eintretende brennbare Luft brachte das Hygrometer auf 62,3.

Diese Probe zum drittenmale wiederhohlet, gab völlig den nämlichen Erfolg. Durchs Auspumpen kam das Hygrometer auf $19\frac{1}{2}$ Grade zur Trockenheit, und der abermalige Eintritt von brennbarer Luft brachte es zum Feuchten zurück, wiewohl $2\frac{1}{2}$ Grad weniger, als es vor dem Ausleeren stand, nämlich auf 57,2.

§ 166.

Betrachtungen über diese Versuche.

Da diese Erscheinungen fast die nämlichen sind, welche sich bey der gemeinen Luft, in einer dergleichen Blase eingeschlossen, ereigneten, so scheint es, [**192**] man könne mit Recht schliessen, dass unter diesen Umständen, die brennbare Luft eben so, wie die atmosphärische aufs Hygrometer wirke.[30]

Der einzige etwas merkliche Unterschied zeigte sich das erstemal, als die brennbare Luft aus der Blase in den Recipientent trat. Denn sie brachte das Hygrometer ungefähr 4 Grade weiter zur Feuchtigkeit, als die gemeine Luft. Vergleichet man diese Probe mit den folgenden, so hat man Ursache zu glauben, dieser Unterschied komme von einem Theile Feuchtigkeit her, der sich in dem Loche des Hahns aufgehalten hat. Denn es ist klar, wenn irgend Feuchtigkeit in dem Loche zurückgeblieben, selbige nicht eher herauskömmt, als bis der Hahn geöffnet wird; die in den Recipienten hineintretende Luft stösst sie alsdenn vor sich her, und nimmt sie mit. Dass aber dies die Ursache von der Erscheinung sey,

erhellet daraus, weil in den zwo folgenden Wiederhohlungen dieser Probe die brennbare Luft, beym Eintritte in den Recipienten, das Hygrometer nicht wie das erstemal, weiter zur Feuchtigkeit gebracht hat, als es vor Ausleerung der Luft gewesen; ohne Zweifel, weil die durch diesen engen Gang durchstreichende Luft selbigen gleich das erstemal gänzlich abgetrocknet hat.

§ 167.

Zweifel und Versuch über das Gemische von zwo Luftarten.

Inzwischen hatte ich noch einen Zweifel, ich stellte mir vor, es könne diese Feuchtigkeit aus einem Gemische der brennbaren Luft mit dem 54ten Theil der im Recipienten zurückgebliebenen gemeinen Luft entstanden seyn; und ich wünschte diesen Zweifel um so viel [**193**] mehr auszumachen, da neuerlich ein italiänischer Naturforscher (Pignotti, Congetture Meteorologiche) der Meynung gewesen, es könnten die phlogistischen Dünste, und vornehmlich die brennbare Luft wohl die Eigenschaft haben, das in der Luft aufgelöste Wasser niederzuschlagen; und er hat hierdurch, wie ich in der Folge zeigen werde, die Veränderungen des Barometers zu erklären gesuchet. Ich hielt es daher für nöthig, die Wirkungen des Gemisches von brennbarer und atmosphärischer Luft zu beobachten.

Um dieses Gemische zu bekommen, pumpte ich meinen Recipienten, der noch voller entzündbarer Luft war, und worin das Hygrometer auf 57,6 stand, zur Hälfte von dieser Luft aus, und ersetzte diese Hälfte mit gemeiner Luft. Das Hygrometer, welches beym Ausziehen dieser Hälfte ungefähr auf 50 Grade gekommen war, stieg beym Eintritte der gemeinen Luft wieder auf 56,9; welches beynahe demjenigen gleich kömmt, was die entzündbare Luft in den vorhergehenden Versuchen that. Das Gemische von entzündbarer und gemeiner Luft schlägt demnach die Dünste der letztern auf keine Weise nieder. Diese beyden Luftarten vermischen sich ruhig, und wirken eine wie die andere, wenigstens in Rücksicht aufs Hygrometer, genau auf die Weise, als wenn es zwey Theile von einerley Luftart wären.

§ 168.

Die entzündbare Luft löset das Wasser, wie gemeine Luft, auf.

Um zuletzt in Vergleichung dieser beyden Luftarten noch einen Schritt weiter zu gehen, so versuchte ich, ob ein von Feuchtigkeit übersättigter und in dieser [**194**] Luft eingeschlossener Körper, darinnen eben so, wie in atmosphärischer Luft ausdünsten, und das Hygrometer ähnlichermaassen zur Feuchtigkeit bringen würde. Zu dem Ende füllete ich den Recipienten mit entzündbarer Luft an, und brachte durch das Loch des Tellers eine angefeuchtete, aber abgetrocknete und zusammen gerollte Karte hinein. Sogleich trat das Hygrometer zur Feuchtigkeit, und kam durch eben dieselben Stufen, und fast in eben derselben Zeit ganz nahe zum äussersten Puncte derselben, als es würde geschehen seyn, wenn der Recipient voll gemeiner Luft gewesen wäre*).

Uebrigens wollte ich noch wissen, ob diese Luft nicht etwa während der Versuche ihre Eigenschaft verlohren hätte; ich zog also, ehe ich noch den Recipienten wegnahm, eine kleine Spritze voll heraus, und stiess sie in die Flamme einer Wachskerze, woran sie sich mit viel Lebhaftigkeit entzündete.

§ 169.

Wirkung der entzündbaren Luft auf verschiedene Metalle.

Ich muss noch einer merkwürdigen Wirkung gedenken, welche diese Luft an den metallischen Körpern im Recipienten hervorbrachte. Anfänglich griff [**195**] sie die Silberplatte des am Hygrometer befindlichen Thermometers an; die Oberfläche derselben ward schön rothglänzend, und spielte ins Purpurfarbene. Das Messing am Hygrometer, nebst dem Quecksilber, welches in der Glaskugel das Ventil ausmachte, blieben so lange unverändert, bis ich die nasse Karte in den Recipienten that, um die entzündbare Luft darinnen mit Feuchtigkeit zu

---

*) Diese Vergleichung vollständig zu machen, hätte ich noch untersuchen sollen, ob die entzündbare Luft zu ihrer Sättigung eben so viel Wasser als die atmosphärische erfordert. Allein die Frage schien nicht der Mühe werth zu seyn, die man auf die Versuche zu ihrer Auflösung verwenden muss, und ich glaubte, wenigstens für meinen Theil, diese Sache genugsam untersuchet zu haben.

sättigen. Sobald die Luft davon gesättiget war, nahm ihre Wirkung zu, das Kupfer wurde schwarz, und die ganze Oberfläche des Quecksilbers bekam ein schönes Purpurblau. Während diesen sämmtlichen Versuchen hielt sich das Thermometer im Laboratorio zwischen 20 und 21 Graden.

§ 170.

Dieselbigen Versuche und Erfolge mit der fixen Luft.

Bey der fixen Luft gebrauchte ich dasselbige Verfahren, wie bey der entzündbaren, blos mit diesem Unterschiede, dass ich die Blase, bevor ich sie mit fixer Luft füllte, sorgfältig trocknete, und genugsam mit Baumöl tränkte. Ohne diese Vorsicht geht die fixe Luft durch die Blase, wie durch ein Sieb, aber das Oel hält sie zurück, ohne im mindesten ihre Eigenschaft zu verändern, oder auch zu verhindern, dass die überflüssige Feuchtigkeit nicht nach und nach verfliegen, und folglich die in der Blase eingeschlossene Luft mit der äussern nicht hygrometrisch ins Gleichgewicht kommen sollte*).

[196] Die Erfolge meiner Versuche mit der fixen Luft waren eben dieselben, wie mit der entzündbaren; und wenn sich ja einiger Unterschied zeigte, so war er äusserst gering, und durchaus zufällig.

Ich kann daher behaupten, dass diese luftförmige Flüssigkeiten, ihrer sehr grossen Unähnlichkeit ungeachtet, man mag ihre Materie, oder das Verhältniss ihrer Tüchtigkeit ansehen, im luftleeren Raume und in freyer Luft, ganz rein, und mit gemeiner Luft vermischet, sich eben so verhalten, wie die atmosphärische Luft, und dass ihre Vermischung mit dieser ihre hygrometrischen Bestimmungen keinesweges verändert.

*) Sehr bequem ist es, die fixe Luft in ölgetränkten Blasen zu haben, wenn man sie in die krebsartigen Schäden bringen will. Die Wundärzte sollten die Wirkung dieses neuen Heilmittels sorgfältig untersuchen. Ich habe es zweymal erprobet, und jederzeit hat sich der Schmerz geleget, auch wurde das Faulende im Schaden fast gänzlich gehoben. Es zeigte sich alle Hoffnung; aber unglücklicher Weise war das Uebel in einem und dem andern Falle schon so weit gekommen, dass kein Heilmittel weiter anschlug.

[197] Zehntes Hauptstück.

Entwurf und Beyspiel von allgemeinen Tabellen, um die Anzeigen des Hygrometers bey allen auf dasselbe wirkenden Luftveränderungen richtig zu schätzen.

§ 171.

Einleitung.

Die mehresten von denenjenigen, welche das Hygrometer beobachten, haben nur die Absicht, mittelst desselben den Grad von Sättigung der Luft zu erkennen. Sie wollen wissen, ob die Luft geschickt sey, die Dünste in ihr fahren zu lassen, oder ob sie gegentheils begierig sey, neue aufzunehmen. Und man muss freylich gestehen, dass dieser Umstand für die Menschen überhaupt, sowohl in Absicht der Gesundheit, als des Landbaues und der Wirthschaft, die wichtigste sey. Das Hygrometer befriediget auch in dieser Absicht unsere Wissbegierde ohne Beyhülfe einer Tabelle. Die blosse Kenntniss des angezeigten Grades. wenn sonst die Puncte der äussersten Feuchtigkeit und Trockenheit richtig bestimmt sind, lehret uns, wie weit die Luft vom Puncte der Sättigung noch entfernet, und folglich, wie geschickt sie sey, Dünste entweder niederzusetzen oder einzuziehen.

Allein dieses ist dem Naturforscher nicht genug. Er will nicht blos wissen, welches die gegenwärtige Beschaffenheit der Luft sey; sondern vielmehr die [198] Ursachen davon einsehen; oftmals verlangt seine Forschbegierde sogar zu bestimmen, welches die eigentliche Quantität Wassers in der Luft sey, und zu dieser Absicht dienen die Tabellen, deren Verfertigung und ersten Versuch ich in diesem Hauptstücke mittheile.

§ 172.

Allgemeine Grundsätze.

In den vorhergehenden Hauptstücken habe ich bewiesen, dass der Grad der Sättigung einer gegebenen Masse von Luft,

von der Quantität wässerigter Dünste in derselben, von ihrer Wärme und Dichtigkeit herkomme. Daraus folget, dass diese drey Stücke den Grad der Sättigung, und dass umgekehrt der Grad der Sättigung, nebst zwey von diesen Stücken, nothwendig das dritte bestimmen. Da wir nun durchs Hygrometer den Grad der Sättigung der Luft, durchs Thermometer ihre Wärme, und durchs Barometer ihre Dichtigkeit erkennen, so ist bloss die Quantität Wasser in der Luft übrig, die wir nicht unmittelbar erkennen, und weswegen wir Zuflucht zu den Versuchen nehmen. Diese müssen wir demnach anstellen, und daraus Tabellen machen, worinnen alle mögliche Verbindungen dieser vier vereinten Stücke enthalten sind.

§ 173.

Allgemeine Vorstellung von diesen Tabellen.

Der vorgesetzte Endzweck geht demnach dahin, für jeglichen Grad von Dichtigkeit der Luft, z. E. für jeglichen Zoll des Barometers, eine Tabelle mit doppelter Richtlinie zu haben, darinnen die ersten Horizontalcolonnen die Grade des Thermometers, die erste [**199**] verticale Spalte die Grade des Hygrometers, und die correspondirenden Felder die Zahlen enthalten, welche das Gewicht der Dünste in einem Cubikfuss Luft, nach Granen und ihren Brüchen, angeben. Hätte man dergleichen Reihen von Tabellen, so würde ich, wenn in einem gegebenen Augenblicke das Barometer auf 27 Zollen, das Thermometer auf 10 Graden, und das Hygrometer auf 85 stünden, die Tabelle für 27 Zolle nehmen, und in derselben das Feld aufsuchen, welches für 10 Grad des Thermometers und für 85 des Hygrometers gehöret; die darin gefundene Zahl 7,2 würde mir anzeigen, dass unter diesen Umständen jeglicher Cubikfuss Luft $7\frac{2}{10}$ Gran Wasser in Dünste aufgelöset, enthielte. Und umgekehrt, wenn ich wüsste, dass ein Cubikfuss Luft in einem gegebenen Falle $7\frac{2}{10}$ Grane Wasser enthielte, indem das Thermometer auf 10 Gr. und das Barometer auf 27 Z. stünde, so würde die Tabelle anzeigen, dass in diesem Augenblicke das Hygrometer 85 Gr. haben müsste. Auf gleiche Weise könnte ich den Grad des Thermometers, und selbst die Höhe des Barometers finden, wenn mir die drey übrigen Stücke bekannt wären.

§ 174.

Art, sie zu verfertigen.

Die beste Methode dergleichen Tabellen durch Versuche anzufertigen, wäre wohl diese, wenn man zuerst ein Skelet davon machte, das ist, wenn man blos die Grade des Thermometers und des Hygrometers in ihren gehörigen Spalten anzeigte, und alle übrige Felder, worin die Zahlen für die Quantitäten Wasser kommen sollen, leer liesse, um sie in der Folge nach Maassgabe der Versuche, auszufüllen.

[**200**] Hier ist der Entwurf von diesem Versuche. Nehmet eine grosse Kugel, stellet darinne ein Hygrometer nebst einem Thermometer, trocknet die inwendige Luft vollkommen aus, und lasset nachher ein wenig Wasser, z. E. einen halben Gran auf einem Cubikfuss des innern Raums hinein; bringet diese Kugel in eine so grosse Kälte, als wohin die Tabellen reichen sollen, z. E. 15 Gr. unter dem Frierpuncte. Alsdenn, wenn das Hygrometer auf einen gewissen festen Punct *a* gekommen, so suchet das Feld, welches zu — 15 des Thermometers und zu *a* am Hygrometer gehöret. Hierein schreibet $\frac{1}{2}$, oder 0,5, welches anzeiget, dass unter diesen Umständen ein Cubikfuss Luft einen halben Gran Wasser enthalten würde. Nach diesem vermindert die Kälte um die Kugel etwan auf — 14; wodurch das Hygrometer auf einen andern Grad, nämlich auf *b* kommen wird; setzet alsdenn in das zu — 14 des Thermometers und zu *b*. des Hygrometers gehörige Feld abermals $\frac{1}{2}$, indem diese Verminderung der Kälte die Quantität Wasser in der Kugel nicht wird verdünnet haben. Auf solche Weise bringet die Kugel stufenweise zum höchsten Grade der Wärme, den ihr in der Tabelle verlanget, z. E. bis zu 35, und schreibet nach und nach eben diese Zahl $\frac{1}{2}$ in jegliches von den Feldern, die den Graden des Thermometers, und den Graden des Hygrometers zugehören, welche letzteres nach den unterschiedlichen Stufen der Wärme anzeiget.

Wenn dieses geschehen, so lasset in die Kugel einen andern halben Gran Wasser auf jeden Cubikfuss ihres Inhalts, und bringet die ganze Vorrichtung aufs neue in eine Kälte von 15 Gr. unter dem Frierpuncte, und von hier stufenweise bis zu 35 über demselben, und setzet eine Eins in alle Felder, die den Graden [**201**] der Wärme, und der Feuchtigkeit, wie sie sich nach und nach ergeben, zugehören.

So könnet ihr von halben Gran zu halben Gran fort-

gehen, bis so viel Wasser in die Kugel gelassen worden, als zur Sättigung der Luft bey 35 Grad Wärme nöthig ist; die Zahl für diese Quantität Wasser wird in das letzte Feld der Tabelle kommen.

Je weiter ihr hierinnen fortgehet, desto kürzer werden die Operationen; denn so bald die Luft eine gewisse Quantität Wasser enthält, so wird ein etwas beträchtlicher Grad von Kälte sie zum Puncte der Sättigung bringen, und man hat alsdenn nicht weiter nöthig, für diejenigen Grade der Kälte, die unter dem sind, wobey die Sättigung geschehen, neue Beobachtungen anzustellen.

Wenn diese Tabelle genau und umständlich seyn sollte, so würde sie lange und beschwerliche Arbeit erfordern, und wenn man auch statt eines halben Granes Wasser, jedesmal einen ganzen Gran für einen Cubikfuss Raum in die Kugel bringen, und statt das Thermometer von Grad zu Grad nur von 5 zu 5 Graden beobachten wollte, so würde es dennoch sehr beschwerlich seyn. Und was würde es für Mühe kosten, wenn man eine solche Tabelle für jeglichen Zoll des Barometers von der Meeresfläche bis zu den höchsten zugänglichen Spitzen der Berge, verfertigen wollte? [31])

§ 175.

Kürzere, aber nicht so genaue Methode.

Ich, meines Theils, habe dergleichen Tabellen nach diesen Regeln zu verfertigen, keine Musse gehabt; [202] ich habe mir vielmehr die Versuche und die Tabellen im IV. und V. Hauptstücke dieses Versuches zu Nutze gemacht, und durch Hülfe derselben die Tabelle am Ende dieses Hauptstücks verfertiget. Ich theile sie hier mit, so unvollkommen sie auch ist, um wenigstens daran ein Muster zu haben, und die Naturforscher auf diesen Gegenstand aufmerksam zu machen.

§ 176.

Hülfstabelle.

Folgendes ist der Weg, den ich gegangen bin. Anfänglich habe ich, nach dem IIten Versuche des Vten Hauptstücks §. 117—124. mit grösster Sorgfalt eine Tabelle verfertiget,

welche für jeglichen Grad des Hygrometers die Quantität Wasser anzeiget, die in einem Cubikfuss Luft bey $15\frac{16}{100}$ Gr. des Thermometers enthalten ist. Ich hatte dazu nur sechs eigentliche Beobachtungen in einer Scala von 98 Graden, aber ich suchte in die Zwischenräume Zahlen einzuschalten, die nach dem Gesetze dieser Beobachtungen, so viel möglich, auf einander folgeten. Ich füge diese Tabelle allhier bey, und sie wird vielleicht einigen Naturforschern nützlich seyn, die sich mit diesen Untersuchungen abgeben.

[**203**] Tabelle über das Gewicht der wässerigen Dünste, die in einem Cubikfuss Luft, bey $15\frac{16}{100}$ Graden des Thermometers, und bey jeglichem Grade des Hygrometers enthalten sind.

Grade des Hy-grom.	Gewicht der Dünste.	Grade des Hy-grom.	Gewicht der Dünste.	Grade des Hy-grom.	Gewicht der Dünste.	Grade des Hy-grom.	Gewicht der Dünste.
1	0,0304	26	1,5053	51	3,5902	76	7,3730
2	0,0643	27	1,5764	52	3,6976	77	7,5410
3	0,1017	28	1,6483	53	3,8072	78	7,7090
4	0,1426	29	1,7208	54	3,9192	79	7,8770
5	0.1870	30	1,7940	55	4,0335	80	8,0450
6	0,2349	31	1,8679	56	4,1502	81	8,2130
7	0,2863	32	1,9424	57	4,2692	82	8,3810
8	0,3412	33	2,0177	58	4,3905	83	8,5490
9	0,3996	34	2,0936	59	4,5141	84	8,7170
10	0,4592	35	2,1702	60	4,6534	85	8,8850
11	0,5195	36	2,2475	61	4,8021	86	9,0530
12	0.5804	37	2,3254	62	4,9597	87	9,2210
13	0.6421	38	2,4041	63	5,1271	88	9,3890
14	0,7044	39	2,4834	64	5,3031	89	9,5570
15	0,7674	40	2,5634	65	5,4873	90	9,7250
16	0,8311	41	2,6451	66	5,6775	91	9,8930
17	0,8954	42	2,7291	67	5,8595	92	10,0610
18	0,9605	43	2,8155	68	6,0329	93	10,2290
19	1,0262	44	2,9042	69	6,1971	94	10,3970
20	1,0926	45	2,9952	70	6,3651	95	10,5650
21	1.1597	46	3,0885	71	6,5331	96	10.7330
22	1,2274	47	3,1842	72	6,7011	97	10,9010
23	1,2959	48	3,2822	73	6.8691	98	11,0690
24	1,3650	49	3,3826	74	7,0370		
25	1,4348	50	3,4852	75	7,2050		

[**204**] § 177.

Grundsätze, wornach die allgemeine Tabelle berechnet ist.

Ferner habe ich diese Tabelle mit der Correctionstabelle im §. 92. zusammengenommen, und das Verhältniss gesuchet, welches sich zwischen der Quantität Wasser in einem Cubikfuss Luft bey 10 Grad Wärme, und zwischen der bei 20 Gr. findet. Ich habe nämlich angenommen, ein Cubikfuss Luft bei 15 Grad Wärme, (denn die 16 Hunderttheile habe ich der Verwirrung wegen weggelassen) wenn er gesättiget, oder das Hygrometer auf 98 Gr. ist, enthält 11 Grane 69 Tausendtheile Dünste, 11,069. Aber nach der Correctionstabelle §. 92, wenn das Hygrometer auf 98, und die Luft 5 Gr. warm ist, auch sonst einiger neuer Dunst, weder erzeuget noch verschlucket wird, kömmt das Hygrometer auf 84 Gr. 43 Hunderttheile*); folglich enthält die auf 20 Gr. warme [**205**] Luft 11 Grane 69 Tausendtheil Dünste, wenn das Hygrometer auf 84,43 steht. Aber ich sehe aus der vorhergehenden Tabelle, dass die Luft, wenn sie nur 15 Gr. warm ist, und das Hygrometer auf 84,43 steht, dem Gewichte nach nur 8,78924 Grane von Dünsten enthält. Wenn demnach das Hygrometer in zwo gleich grossen Luftmassen, deren eine 15, die andere 20 Gr. Wärme hat, auf 84,43 zeiget, so wird sich das Gewicht der Dünste in der 15 Gr. warmen Luft zu dem Gewicht der Dünste in der 20 Gr. warmen Luft verhalten, wie 8,78924 : 11,069 oder wie 1 : 1,25938.

*) Das Umständliche dieser Berechnung ist folgendes: das Hygrometer zeiget 98, ich will genau wissen, wie weit es kommen würde, wenn die Luft ohne irgend eine andere Veränderung, 5 Grad wärmer würde. Ich sehe die Correctionstabelle § 92 nach; in der IIIten Spalte derselben, gerade gegen dem 98ten Gr. über, steht die Zahl, 1,399. Diese zeiget an, es müsse die Luft, wenn das Hygrometer auf 98 steht, um 1,399tel Gr. kälter werden, damit das Hygrometer den Punct der Sättigung erreiche. Wenn aber die Luft, statt kälter zu werden, um 5 Grad wärmer wird, so werden nothwendig 5 Gr. mehr erfordert, um dasselbe auf eben diesen Sättigungspunct zu bringen. Daraus folget, diese 5 Gr. Wärme werden machen, dass das Hygrometer auf einen Punct rücket, welcher mit der Zahl 1,399 + 5 oder mit 6,399 correspondiret. Daher suche ich den Grad des Hygrometers auf, der zu 6,399 gehöret, und finde, dass er zwischen den 84sten und 85sten fällt, und dass die Differenz der mit diesen zween Graden correspondirenden Zahlen 0,379 ist, da die Differenz zwischen 6,561, und 6,399 so viel, als 0,162 beträgt. Der zu 6,399 gehörige Grad ist demnach $84\frac{162}{379}$, oder 84,43.

Könnten wir das Resultat aus Vergleichung der Versuche II. und IV. des Vten Hauptstückes §. 129. als gewiss ansehen; oder wäre es erwiesen, dass die Quantitäten von Dünsten in zwo ungleich warmen Luftmassen beynahe einerley Verhältniss haben, wenn das Hygrometer in beyden auf einerley Grade bleibt, so könnte das Verhältniss von 1 zu 1,25938, welches wir für den 84sten Grad gefunden haben, durch die ganze hygrometrische Leiter als einerley angenommen werden; daraus folget, wenn wir die Zahlen, die in vorhergehender Tabelle das Gewicht der Dünste bey 15 G. Wärme, für jeglichen Grad des Hygrometers ausdrücken, mit 1,25938 multipliciren, wir alsdenn Zahlen bekommen, welche die Quantitäten Wasser in der Luft, bey eben denselben Graden [**206**] des Hygrometers, aber bey einer Wärme von 20 Gr. anzeigen würden.

Ein sehr einfaches Mittel, diese Annahme zu berichtigen, wäre es, wenn man von irgend einem andern Grade anfienge, und eben denselben Exponenten erhielte, den wir, vom 98 Grad anzufangen, erhalten haben. Diese Untersuchung giebt ganz seltene und unerwartete Resultate. Die Exponenten, die eben nicht beträchtlich von einander abgehen, richten sich in ihren Unterschieden nach sehr merkwürdigen Gesetzen. Der unterste Grad, welcher sich mittelst der Correctionstabelle §. 92. berechnen lässt, nämlich der 28ste, giebt den kleinsten Exponenten, und zwar 1,1185: die folgenden Zahlen geben Exponenten, die stufenweise bis zum 70ten Gr. wachsen, allwo das Maximum ist 1,3213: von hier nehmen sie aufs neue ab, bis zum 98sten Gr. der, wie gesaget, 1,2594 hat.

Wenn man, statt die Exponenten für eine Vermehrung von 5 Gr. Wärme zu suchen, sie für eine Vermehrung von 10 Gr. suchet, so sieht man gleichfalls, dass sie bis zum 80sten Gr. wachsen, wo ungefähr das Maximum ist.

Ich würde in diesen Untersuchungen weiter gegangen seyn, und die Gesetze, nebst den Gründen dieser Verhältnisse, welche sicherlich die wichtigsten physischen Wahrheiten aufklären, zu erforschen gesuchet haben; aber die Versuche des V. Hauptstückes, welches der Hülfstabelle, woraus alle diese Rechnungen gezogen sind, zur Grundlage dienen, sind lange nicht so zahlreich, dass man ein grosses Gebäude von Schlüssen und Rechnungen auf einen so unsichern Grund errichten könnte. Ich will mir diese Arbeit [**207**] vorbehalten, wenn ich erst mein Versprechen in Absicht der Reisen durch die Alpen werde erfüllet haben: ein Versprechen, dessen Ausführung

durch diese Untersuchungen bereits zu lang ist aufgeschoben worden.

Um mittlerweile nicht so wohl ein Muster, als blos ein Beyspiel von Tabellen nach dem Inhalte des gegenwärtigen Hauptstückes zu geben, bediene ich mich des Exponenten 1,2337, der mir beynahe das Mittel unter den berechneten geschienen hat.

Ich betrachte demnach diese Zahl als den Ausdruck des Verhältnisses unter zwo Quantitäten Wasser in zwo gleichen Räumen von Luft, worinnen das Hygrometer auf einerley Grade steht, deren eine aber 15, die andere 20 Gr. Wärme hat. Da nun die Wirkung der Wärme aufs Hygrometer bey allen Graden der Temperatur im Freyen eben dieselbige ist, wie ich solches durch genaue Versuche vom 7ten Gr. unter dem Frierpuncte, bis zum 20sten über demselben, erwiesen habe: so muss eben dieses Mittel, welches das Verhältniss der Quantitäten Wasser in der Luft, bey 15 und bey 20 Gr. Wärme ausdrücket, auch das Verhältniss zwischen dem 20sten und 25sten, und zwischen dem 25sten und dem 30sten ausdrücken. Aus eben dem Grunde müssen diese Quantitäten nach eben demselben Verhältnisse vom 15ten zum 10ten, vom 10ten zum 5ten Gr. u. s. w. abnehmen.

Nach diesen Grundsätzen habe ich von 5 zu 5 Graden, so wohl des Thermometers als des Hygrometers, die Tabelle am Ende dieses Hauptstückes berechnet. Ich habe die Zahlen zum Grunde genommen, welche im IIten Versuche des vorhergehenden Kapitels bei der Temperatur von 15 Gr. herauskamen §. 176, um für die nämlichen Grade des Hygrometers [208] correspondirende Zahlen zu bekommen; aber bey zwanzig Graden der Wärme habe ich diese Zahlen durch 1,2337 multiplicieret. Nachdem ich auf solche Weise die Quantitäten von Dünsten gefunden, die in der Luft bey 20 Gr. Temperatur enthalten sind, so habe ich eben diese Quantitäten durch 1,2337 multipliciret, dadurch habe ich die correspondirenden Zahlen für eine Temperatur von 25 Gr. heraus gebracht, und diese durch den nämlichen Exponenten multiplicieret, haben die Zahlen für 30 Gr. gegeben.

Gleichergestalt um die Quantitäten Dünste in der Luft bey Temperaturen unter 15 Graden zu finden, habe ich die Zahlen, die der Versuch für 15 Gr. angiebt, durch 0,8106 multipliciret, weil diese Zahl 0,8106 sich zu 1, wie 1 zu 1,2337 verhält; und ich habe demnach die Zahlen bekommen, welche

für 10 Gr. Wärme gehören: diese durch den nämlichen Exponenten multipliciret, haben die Zahlen für 5 Gr. gegeben, und so ferner bis auf 10 Gr. unter 0. Daraus folget, dass in dieser Tabelle die Quantitäten Dünste, die für eben denselben Grad des Hygrometers, aber für Grade der Wärme gehören, die von 5 zu 5 wachsen, durch Glieder einer zunehmenden geometrischen Progression ausgedrücket sind, deren Exponent 1,2337 ist.

§ 178.

Gebrauch dieser Tabelle.

Hieraus lässt sich ersehen, wie eine dergleichen Tabelle, wenn sie äusserst genau, und von Grade zu Grade, so wohl fürs Thermometer als Hygrometer verfertiget worden, sehr nützlich und bequem seyn würde. Denn sie würde nicht allein die absoluten [**209**] Quantitäten Wasser in der Luft nach allen Graden der Wärme und der Feuchtigkeit anzeigen, sondern sie würde auch den Vergleichungen zwischen den Beobachtungen, bey unterschiedlichen Graden der Temperatur angestellet, überaus erleichtern; man hätte weiter keine Rechnung nöthig, der blosse Blick in die Tabelle würde schon zu erkennen geben, in welchem Falle die grösste Quantität Wasser in der Luft vorhanden wäre. Ich nehme z. B. an, dass an einem Sommermorgen das Thermometer bey Sonnenaufgange 15 Grade, und das Hygrometer 98 stünden; dass aber um 2 Uhr Nachmittag das Thermometer auf 30, und das Hygrometer auf 70 gekommen wäre. Ein Blick in die Tabelle würde mir zeigen, dass die Luft um zwey Uhr mehr Dünste aufgelöset hielte, als bey Sonnenaufgang; weil in der Tabelle die Zahl für 30 Grade des Thermometers, und für 70 des Hygrometers 11,9158 wäre; da hergegen diejenige, welche zu 15 Grade des Thermometers und zu 98 des Hygrometers gehöret, nur 11,0690 beträgt.

§ 179.

Fehler der Tabelle, die diesem Kapitel beygefüget ist.

Unglücklicher Weise stimmt die kleine Tabelle, die ich hier als ein Beyspiel mittheile, und die sich auf die Resultate des IIten Versuches im Vten Hauptstücke gründet, nicht gar

wohl mit den Erfolgen der andern Versuche in demselbigen Hauptstücke überein: sie zeiget für die Grade der Wärme unter 15 Gr. grössere Quantitäten Dünste an, als der Versuch herausgebracht hat.

[**210**] Man muss daher diese Tabelle nach der langwierigen aber sichern Methode, die ich zu Anfange dieses Hauptstückes angegeben habe, vollkommen und vollständig machen. Oder will man sich der kürzern, wie ich gethan habe, bedienen, so muss man wenigstens die Versuche des Vten Hauptstückes sorgfältigst, bey sehr unterschiedenen Graden der Wärme wiederholen, und zuletzt die Tabelle berechnen, nicht, wie ich, durch einen mittlern Exponenten, sondern durch jeglichen von denen, welchen die Rechnung, nach dem Versuche für jeden Grad des Hygrometers, angeben wird. Will man sich indessen der kleinen von mir verfertigten Tabelle bedienen, so erinnere man sich, dass die darinnen befindlichen Zahlen für die Grade der Temperatur unter 15, und für die Grade der Feuchtigkeit über 70, etwas zu gross sind.

§ 180.

Andere Grade der Dichtigkeit erfordern andere Tabellen.

Dieses ist aber noch nicht alles: wir haben im VI. Hauptstücke gesehen, dass die durchs Hygrometer und Thermometer angezeigten Quantitäten von Dünsten bey den verschiedenen Graden der Dichtigkeit der Luft sich verändern. Wenn daher die Tabelle gleich alle mögliche Vollkommenheit hätte, so würde sie doch nur für den Grad der Dichtigkeit der Luft gelten, bey welchem die Versuche, worauf sie sich gründet, angestellet sind, und man müsste für die übrigen, merklich unterschiedenen Grade dieser Dichtigkeit wiederum ähnliche Tabellen haben.

Man könnte der grossen Arbeit, welche die Verfertigung aller dieser Tabellen durch genaue Versuche [**211**] erfodert, ganz überhoben seyn, wenn man eine Tabelle entwürfe, worinn die Verminderungen von der auflösenden Kraft der Luft, nach Maassgabe ihrer Verdünnung, enthalten sind. Ich habe davon §. 148. eine kurze Vorstellung gemachet, und nach der daselbst angezeigten Art die folgende Tabelle entworfen.

Höhen des Barometers. Zolle,	Linien.	Exponenten der Verminderungen
27.	—	1,0000
23,	$7\frac{1}{2}$	0,9528
20,	3	0,8899
16,	$10\frac{1}{2}$	0,8264
13,	6	0,7629
10,	$1\frac{1}{2}$	0,6887
6,	9	0,6230
3,	$4\frac{1}{2}$	0,4311
0,	$2\frac{1}{2}$	0,0485

Diese Tabelle enthält die Exponenten der Verminderungen von der auflösenden Kraft der Luft, von 3 zu 3 Zollen, (oder genauer von $3\frac{1}{8}$ zu $3\frac{1}{8}$), von 27 Zollen bis zu $2\frac{1}{2}$ Linie, d. i. wenn die Quantität Dünste in der Luft bey jedwedem Grade des Thermometers und Barometers durch Eins ausgedrücket wird, indem das Barometer auf 27 Zollen steht: so muss man diese Quantität nach dem Verhältnisse von 0,9528 zu 1 vermindern, wenn das Barometer auf $23\frac{7}{8}$ Zollen steht, oder, welches einerley ist, man muss jegliche Zahl, die diese Quantität ausdrücket, durch 0,9528 multipliciren. Gleichergestalt, wenn das Barometer auf 20 Zollen 9 Linien steht, so wird die Quantität der in der Luft aufgelösten Dünste, wenn sonst alles übrige gleich ist, [212] nicht mehr als 0,8899 von demjenigen seyn, welches sie betrüge, wenn das Barometer auf 27 Zollen stünde, u. s. f.

Damit eine Tabelle dieser Art noch nützlicher würde, so müsste man die Versuche des VI. Hauptstückes, worauf sich die gegenwärtige gründet, von Zoll zu Zoll wiederhohlen, und von Zoll zu Zoll eben diese Verminderungen vornehmen.

Diese Tabelle würde in Verbindung mit der folgenden, wenn beyde vollständig gemachet wären, so wohl die absoluten Quantitäten der Dünste, als auch ein leichtes Mittel angeben, die Beobachtungen, welche in einer Luft von unterschiedlicher Temperatur und Dichtigkeit angestellet worden, auf ein gemeinschaftliches Maass zu bringen, und die Hygrometrie müsste dadurch den möglichst höchsten Punct ihrer Vollkommenheit erreichen.

[213] Tabelle über das Gewicht der wässerigen Dünste, die in einem Cubikfuss Luft, bey verschiedenen Graden des Hygrometers und Thermometers, enthalten sind. § 173 u. ff.[32])

Grade des Hygrometers	Grade des Thermometers								
	— 10	— 5	0	+ 5	+ 10	+ 15	+ 20	+ 25	+ 30
40.	0,8971.	1,1067	1,3653	1,6843	2,0779	2,5634	3,1625	3,9016	4,8134
45	1,0676	1,3171	1,6248	2,0045	2,4729	2,9952	3,6952	4,5588	5,6242
50	1,2197	1,5047	1,8563	2,2900	2,8251	3,4852	4,2997	5,3045	6,5442
55	1,4116	1,7414	2,1483	2,6503	3,2696	4,0335	4,9761	6,1390	7,5737
60	1,6411	2,0246	2,4976	3,0590	3,7737	4,6554	5,7434	7,0856	8,7415
65	1,9204	2,3691	2,9226	3,6055	4,4480	5,4873	6,7697	8,3518	10,3036
70	2,2277	2,7482	3,3903	4,1824	5,1596	6,3651	7,8526	9,6878	11,9518
75	2,5215	3,1107	3,8375	4,7342	5,8404	7,2050	8,8888	10,9661	13,5289
80	2,8155	3,4734	4,2850	5,2862	6,5213	8,0450	9,9251	12,2446	15,1062
85	3,1095	3,8361	4,7324	5,8381	7,2022	8,8850	10,9614	13,5231	16,6834
90	3,4035	4,1987	5,1797	6,3900	7,8831	9,7250	11,9977	14,8016	18,2607
95	3,6946	4,5578	5,6227	6,9420	8,5640	10,5650	13,0340	16,0800	19,8379
98	3,8739	4,7790	5,8956	7,2731	8,9725	11,0690	13,6558	16,8472	20,7844

Anmerkungen.

Horace Bénédicte de Saussure, Sohn des Schweizer Astronomen *Nicolas*, war geboren am 17. Februar 1740 in Conches bei Genf. Er starb am 22. Januar 1799. Sein Vater und sein Oheim *Charles Bonnet* führten ihn in die Naturwissenschaften ein. Schon 1762 bekleidete er in Genf an der Universität die Professur der Philosophie. Seit 1768 unternahm er zahlreiche Reisen ins Ausland und stellte viele Untersuchungen in den Alpen an. Am 3. August 1787 bestieg er den Montblanc, der erst ein Jahr zuvor von zwei Führern aus Chamounix erreicht war. Die letzte Besteigung war die des Monte Rosa 1789.

Er war hauptsächlich Geologe, wusste aber hiermit Physik, Meteorologie und Botanik zu verbinden. Seine geologischen Untersuchungen waren bahnbrechend und in allen Nebenzweigen schuf er Maassinstrumente, zum Theil in so vollkommener Form, dass sie heute noch unübertroffen dastehen. Neben Tiefenthermometern, Eudiometern, Elektrometern, Anemometern, erfand er das Cyanometer und Diaphanometer, construirte sein Hygrometer, dem das ganze vorliegende Werk gewidmet ist. Das Original ist 1783 in Neuchâtel in 4⁰ und 8⁰ erschienen unter dem Titel: »Essais sur l'hygrométrie«. Von diesem Werke sagte *Cuvier*: »c'est un des plus beaux ouvrages, dont la science se soit enrichie à la fin du dixhuitième siècle«. Von 1762—1782 war *Saussure* Professor der Philosophie. Er wurde 1798 zur Professur der Naturgeschichte an der »Ecole centrale du Département du Léman« berufen, als Genf zu Frankreich gehörte. Doch hatten schon 1794 ihn einige Schlaganfälle erschüttert. Sein Sohn *Nicolas Théodore* wurde ein berühmter Chemiker. Zahlreiche Schriften hinterliess *Saussure*, worunter hervorragend: »Voyages dans les Alpes«, 3 Bände, 1783. Eine Biographie erschien von *Senebier*: »Mémoires hist. sur la vie et les écrits de *Saussure*«, Genève, an IX. Von *Cuvier* giebt es ein: »Éloge de *Saussure*«.

1) *Zu S. 12.* Behandsames Hygrometer heisst im Original: Hygromêtre portatif und Hygrometer mit der Welle heisst: Hygromêtre à arbre.

2) *Zu S. 13.* Drei Gran sind 0,16 Gramm, eine erstaunlich geringe Belastung.

3) *Zu S. 21.* Es heisst im Original: »L'action du sel l'a dépouillé de son nerf et de sa force organique«.

4) *Zu S. 50.* Der Verfasser begeht hier einen verhängnissvollen Fehler. Er hat noch keine Vorstellung von der einer gewissen Temperatur zugehörigen Spannkraft des Wasserdampfes. *Dalton* entdeckte erst im Jahre 1801 das wahre Verhalten gemischter Gase und Dämpfe. Bei *Saussure* spielt die Anziehungskraft der Lufttheilchen zum Wasser eine Hauptrolle. Daher er hier (§§ 44—46) und besonders später (s. § 125) in bedenkliche Irrthümer verfällt. Es ist nicht die Luft, die das Gleichgewicht in der Vertheilung des Wassers unter die hygroskopischen Körper vermittelt, sondern der dem Wasserdampf dargebotene mit Luft erfüllte Raum. Fürs Erste treten keine irrigen Folgerungen ein, sofern man an Stelle der anziehenden Kräfte der Lufttheilchen ohne Weiteres die Dampfspannung einführen kann. Späterhin aber bei den Versuchen in verdünnter Luft müssen die Erklärungen scheitern.

5) *Zu S. 52.* Auch diesen Paragraph kann man gelten lassen, nur darf der »Zustand der Luft« nicht anders gefasst werden. als vorhin in Anm. 4 angedeutet wurde. Es ist nicht »die anziehende Kraft der Saite und der Luft« das maassgebende, sondern »die anziehende Kraft der Saite und die Dampfspannung«. Es tritt ein dynamisches Gleichgewicht ein; die Saite absorbirt so lange, bis sie ebensoviel durch Verdampfung verliert, wie sich zu Folge der Dampfspannung auf ihr niederschlägt.

6) *Zu S. 53.* Der Ausdruck »gesättigte Luft« ist noch heut zu Tage im Gebrauch. Richtig wäre nur gesättigter Raum.

7) *Zu S. 53.* Der Verfasser spricht von »wirklicher Feuchtigkeit«, ohne sie streng zu definiren. Die relative Feuchtigkeit ist gleich s/σ, wo s die herrschende Dampfspannung und σ die zur Sättigung erforderliche bedeutet. Da σ im Nenner steht, so ist allerdings die umgekehrte Proportionalität mit σ vorhanden, aber von s ist im Texte nicht die Rede, daher der Ausdruck: »wenn alles übrige sonst gleich ist« viel Unklares hinterlässt.

8) *Zu S. 54.* Es sollte heissen: vermindert die Dampfspannnng.

9) *Zu S. 57.* Die hier angedeutete Aufgabe müsste den Forscher dazu bringen, eine Auflösungskraft der Luft völlig zu leugnen, da der lufterfüllte und der luftleere Raum gleich viel Wasserdampf enthalten, wenn der Raum gesättigt ist.

10) *Zu S. 57.* Man wird, abgesehen von dem gekennzeichneten Irrthum, mit Interesse und Vergnügen der methodischen Klarheit der Darstellung folgen. Es ist in der That später kein anderes Verfahren bei der Feuchtigkeitsbestimmung angewandt worden, als die hier genannten und systematisch, sowie kritisch besprochenen. Auch das 1820 erfundene *Daniell*-Hygrometer hat das *Saussure*'sche Instrument nicht verdrängt.

11) *Zu S. 58.* Die aufgestellten Anforderungen können als Prüfungs-Typus für jedes Instrument angenommen werden. Nur die letzte Forderung der strengen Proportionalität geht zu weit, so lange die Grade einer äquidistanten Eintheilung angehören. Offenbar aber hat der Verfasser eine solche Graduirung oder Eintheilung gedacht, dass die directe Proportionalität sich einfindet. Das in § 33 u. 34 beschriebene Verfahren widerspricht indess dieser Annahme.

12) *Zu S. 63.* Die Erklärung ist unzureichend. Vielmehr wird die erwärmte Luft, selbst wenn sie vom Körper Feuchtigkeit mit aufnimmt, relativ trockner. Im Ausdrucke $f = s/\sigma$ wird sowohl s als σ vermehrt, aber σ in grösserem Verhältnisse, daher f abnimmt. Und wenn der Körper »überall voll Schweiss« wäre, so nähme s in demselben Verhältnisse zu, wie σ, oder noch mehr, so dass f wüchse.

13) *Zu S. 65.* Der Verfasser nennt keinen Grund für dieses Verhalten; indess scheint mit der Reibung in entgegengesetztem Sinne alles erklärt zu sein. Daher dürfte ein gelindes Klopfen dem Uebelstande abhelfen.

14) *Zu S. 66.* Dieser Forderung kann der einzelne Forscher wohl nachkommen, aber unausführbar dürfte sie für die gesammte beobachtende Welt sein.

15) *Zu S. 73.* Der Versuch ist nicht rein. Beim Ausströmen der Aetherdämpfe müssen Wassertheile mitgenommen werden.

16) *Zu S. 74.* Im Original steht für Kupferspiritus »esprit de Vénus«.

17) *Zu S. 78.* Hier sieht man am deutlichsten, wie der

Verfasser nach dem Begriff der relativen Feuchtigkeit vergeblich ringt. Sobald die Temperatur und zugleich die Dunstmenge sich ändern, ist der Verfasser in Verlegenheit, weil beide Grössen s und σ sich ändern (s. Anm. 12). — Im folgenden § 88 hat der Verfasser diesen Umstand richtig herausgefunden.

18) *Zu S. 81.* Der ganze Versuch ist gar zu kühn angelegt. Heut zu Tage wissen wir, dass das Haarhygrometer die relative Feuchtigkeit anzeigt: $f = s/\sigma$. Im Versuche bleibt s constant. Durch Temperaturzunahme wächst σ und f nimmt ab. Diese Abnahme pro Grad Réaumur will der Verfasser in der Tabelle (S. 82) angeben. Offenbar ist $\Delta f = -\frac{s \cdot \Delta\sigma}{\sigma^2}$, welches der Verfasser $= 0{,}45 + \frac{1}{30}t$ findet, wo mit t die Temperaturzunahme bezeichnet ist. Allgemein lässt sich nun solch eine Beziehung nicht herleiten; da aber t nur zwischen 7 und 15 Grad R. beobachtet wird, so könnte man $\sigma = \sigma_0 (1 + at)$ setzen, woraus $\Delta f = -\frac{a \cdot s \cdot \Delta t}{\sigma_0 (1 + 2at + a^2 t^2)}$. Hier ist a etwa gleich 0,13, daher obige Abhängigkeit sich einigermaassen erzwingen liesse.

19) *Zu S. 92.* Die Werthe $f = 80$, $t = 15^\circ$ R. geben nach heutigen Tabellen $s = 14{,}71$, während $f_1 = 96$, $t_1 = 7^\circ$ R. den Werth $s = 8{,}28$, mithin ist in der That der Wassergehalt unten viel grösser als oben. Die in § 90 gegebene Tabelle stimmt nur dem Sinne nach mit den richtigen Werthen überein. Die ganze Tabelle muss hinfällig erscheinen, wenn man überlegt, dass sie für jede Temperatur gelten soll, während eine beträchtliche Aenderung je nach der Anfangstemperatur erfolgen müsste.

20) *Zu S. 88.* Auch dieser Paragraph zeigt, welch unüberwindliche Schwierigkeiten dem richtigen Verständniss des schönen Instrumentes im Wege lagen. In unserer Formel $\Delta f = -\frac{s \cdot \Delta\sigma}{\sigma^2}$ steht s im Zähler und damit ist die Thatsache erklärt.

21) *Zu S. 89.* Eine unerfüllbare Bedingung, die in Praxi nie Anwendung fand.

22) *Zu S. 101.* Rechnet man auf Celsius-Grade um, so hat *Le Roy* den Ausdehnungscoefficienten 0,0046, während

Saussure 0,0034 findet mit einem möglichen Fehler von 9 Procent. Nimmt man diesen additiv, so erhält man 0,0037, den heute geltenden Werth.

23) *Zu S. 103.* Die Rechnung stimmt nicht.

24) *Zu S. 104.* Die Zahl 29,36 des Originals haben wir in 29,66 berichtigt.

25) *Zu S. 110.* Für Leser, die nachrechnen wollen, sei bemerkt, dass in der VII. Columne (die die Barometerangaben enthält) die nach dem zweiten Komma stehenden Zahlen nicht Decimalen bedeuten, sondern 32stel Linien. In der 4. Z. v. u. steht im Original 8,90, wofür wir 8,09 gesetzt haben, weil ersteres offenbar ein Druckfehler ist.

26) *Zu S. 129.* Von § 131 an droht das Verhängniss in Folge der Theorie »der hygroskopischen Verwandtschaften«. Die Erklärungen des Verfassers sind hinfällig. Interessant wird die Polemik gegen Abt *Nollet*, der offenbar auf der richtigen Fährte sich befindet (s. § 131).

27) *Zu S. 132.* Die in der Tabelle erlangte Uebereinstimmung der Resultate mit der Beobachtung ist nicht auffällig, da die Versuche selbst der Rechnung zu Grunde liegen. Die Erklärung wird keineswegs bestätigt, sie ist und bleibt hinfällig. Beobachtet worden ist nur eine dem Dampfdruck entsprechende relative Feuchtigkeit, die langsamer beim Auspumpen abnimmt als der Luftdruck, weil von den Gefässwänden sicherlich neue Dämpfe sich entwickeln können.

28) *Zu S. 133.* Die ganze Ueberlegung ist hinfällig (s. Anm. 26 u. 27).

29) *Zu S. 139.* Die Resultate dieser sorgfältigen Versuche dürften wohl auch heute noch Anerkennung finden.

30) *Zu S. 147.* Beide sind unwirksam, brachten aber gleich viel Dünste mit.

31) *Zu S. 154.* Die zuletzt ausgesprochene Forderung einer Abhängigkeit von der Höhe über der Meeresfläche ist unnöthig.

32) *Zu S. 162.* Die Tabelle ist völlig unbrauchbar, selbst wenn man die Grade des Hygrometers mit einer anderen Skala von 0 bis 100 versieht; ebenso sind die vorige Tabelle auf S. 161 und die daran geknüpften Forderungen unnöthig. Auch stimmen die Angaben für die fast gesättigte Luft recht schlecht. In der Tabelle sind Cubikfuss und Gran zu Grunde gelegt. Um diese auf Cubikmeter und Gramme umzurechnen, braucht man bloss einen Factor herzustellen. Es ist

1 Cubikmeter = 29,17 par. Cubikfuss
und 1 Gran = 0,053 Gramme.

Nennt man n die in der Tabelle in Gran angegebenen Maasse pro Cubikfuss, so ist dafür

$$29{,}17 \times 0{,}053 \cdot n \text{ Gramme}$$

pro Cubikmeter zu setzen. Der Reductionsfactor ist also 1,546. Zum Beispiele findet *Saussure* bei Stand 98 und

— 10	Grad	6,0	Gramm	statt	2,3	Gramm
0	-	9,1	-	-	4,8	-
10	-	13,9	-	-	9,2	-
20	-	21,1	-	-	16,8	-
30	-	32,1	-	-	29,4	-

Ein constanter additiver Fehler von etwa 4 Gramm scheint in der Versuchsmethode begründet.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

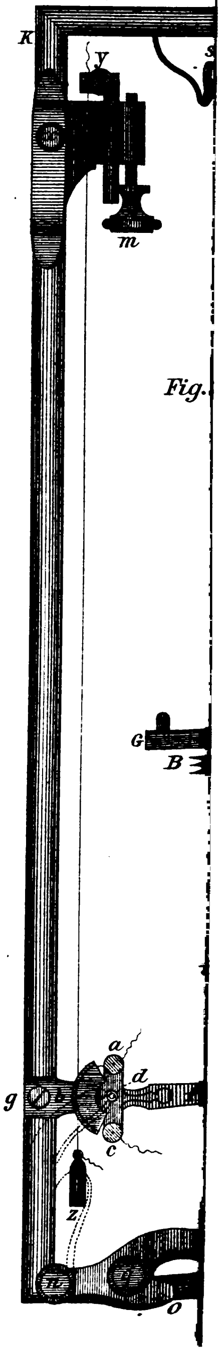


Fig.